

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Studijní program M 2301 – Strojní inženýrství

Konstrukce strojů a zařízení

zaměření textilní stroje

Katedra textilních strojů

**„Experimentální sledování zdvihu jehly na okrouhlém pletacím stroji“**

**„Experimental observation of the needle upstroke on the circular  
knitting machine“**

Martin Hejna

KTS – M237

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Jiří Mrázek, CSc. – TU v Liberci

Konzultant diplomové práce: Ing. Jaroslav Kopal, CSc. – TU v Liberci

Rozsah práce a příloh:

Počet stran: 51

Počet tabulek: 4

Počet příloh: 6

Počet obrázků: 50

Datum: 26.5. 2006

# ANOTACE

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra textilních strojů

Stručný výtah: Diplomová práce se zabývala experimentálním sledováním vzájemného působení mezi kolénkem jehly, popř. platiny a zámkem okrouhlého pletacího stroje. Jejím cílem bylo naměřit a porovnat tyto veličiny s modelem. Práci tvořili dvě hlavní oblasti. Jednalo se o část teoretickou, v které byli vysvětleny základní pojmy a vztahy mezi nimi a část praktickou, která zajišťovala vývin držáků a připojení snímačů. Dále se praktická část zabývala měřením normálových sil a zrychlení na pletací jehle popř. platině. Výsledky ukazovali, že naměřené a vypočítané hodnoty se velmi neliší. Za největší přínos práce vzhledem k řešené problematice bylo možné považovat přiblížení se k objasnění a předpovědi dějů, ke kterým dochází při tvorbě oka na okrouhlém pletacím stroji.

Abstract: Diploma thesis was dealing with experimental observation of mutual incidence between needle knee, or sinker butt and circular knitting machine lock. Its aim was to measure and confront these quantities with model. The thesis was formed from two principal fields. The first one is the theoretical part, in which was explained fundamental terms and relations between each other and practical part, which was catered to development of holders and annexation of sensors. Next practical part was dealing with measurement of normal forces and acceleration of knitting needle or sinker butt. Results shown, that measured and calculated values are close to each other. The biggest contribution of thesis, with respect to problem, you can consider approximation to explication and prediction of processes to which is happened when the link is created on circular knitting machine.

## **Prohlášení**

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou (bakalářskou, doktorskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum 26.5. 2006

.....

Martin Hejna

Bydliště Valdštejnská 2104

436 01 Litvínov

## **Declaration**

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a licence for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact; in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and a consultant.

Date 26.5. 2006

### Poděkování:

V první řadě bych chtěl poděkovat mým rodičům a přítelkyni za plnou podporu během mého studia na Technické Univerzitě v Liberci.

Děkuji také všem členům katedry textilních strojů. Jmenovitě bych pak chtěl poděkovat Doc. Ing. Jiřímu Mrázkovi CSc. za jeho odborné připomínky při psaní této diplomové práce. Dále pak Ing. Jaroslavovi Kopalovi CSc. za odborné vedení v experimentální části diplomové práce a Ing. Vladimíru Michnovi za pomoc při měření.

Na závěr bych chtěl poděkovat studijní skupině, která mě provázela 4. a 5. ročníkem na této škole.

## **OBSAH:**

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>2. TEORETICKÉ VÝCHODISKA PRÁCE .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Základní popis pletařských strojů a tvorba řádku.....</b>	<b>10</b>
2.1.1 Zátěžné pletací stroje .....	11
2.1.2 Pletařské jehly a jejich polohy při pletení.....	13
2.1.3 Pracovní ústrojí pletacích strojů .....	15
<b>2.2 Okrouhlý maloprůměrový jednoválcový pletací stroj ANGE 12.2.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Silové namáhání jazýčkové jehly a platiny .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4 Měření silových poměrů mezi kolénkem jehly a zámkem pletacího stroje dle Ing. J. Kopala CSc. ....</b>	<b>20</b>
<b>2.5 Snímače .....</b>	<b>23</b>
2.5.2 Indukčnostní snímače s proměnou vzduchovou mezerou .....	24
2.5.3 Odporové snímače deformace (tenzometry) .....	25
2.5.4 Piezoelektrický snímač .....	28
<b>3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1 Měření normálových sil.....</b>	<b>30</b>
3.1.1 Konstrukce pro měření na dvouválci .....	30
3.1.1 Držák pro měření normálových sil na jednoválci .....	32
3.1.2 Držák pro měření normálových sil na dvouválci .....	33
3.1.3 Zapojení tenzometrů .....	34
3.1.4 Vlastní frekvence snímače .....	37
3.1.5 Vlastní měření normálových sil .....	40
<b>3.2 Měření zrychlení jehly a platiny .....</b>	<b>41</b>
3.2.1 Držák pro měření na dvouválci.....	41
3.2.2 Snímač pro měření zrychlení .....	43
3.2.3 Vlastní měření zrychlení .....	43
<b>3.3 Vyhodnocení výsledků a jejich diskuze .....</b>	<b>44</b>
3.3.1 Normálové síly pletací jehly .....	44
3.3.2 Normálové síly pletací platiny .....	46
3.3.3 Zrychlení pletací platiny .....	48
<b>4. ZÁVĚR .....</b>	<b>50</b>
<b>5. POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>51</b>
Přílohy	

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ:

$a$	- rozměr destičky [m]
$A$	- tloušťka feromagnetika [m]
$b$	- šířka nosníku [m]
$b'$	- rozměr destičky [m]
$c$	- tuhost [ $\text{Nm}^{-1}$ ]
$C$	- kapacita čidla [F]
$C_{KZ}$	- tuhost mezi kolínkem platiny a zámkem [ $\text{Nm}^{-1}$ ]
$d$	- velikost vzduchové mezery [m]
$\Delta d$	- změna velikost vzduchové mezery [m]
$E$	- Youngův modul pružnosti [MPa]
$\Delta E$	- změna kinetické energie [J]
$f$	- vlastní frekvence [Hz]
$F_x$	- složka síly [N]
$F_y$	- složka síly [N]
$h$	- výška nosníku [m]
$J_y$	- polární moment setrvačnosti [ $\text{m}^4$ ]
$k$	- koeficient deformační citlivosti kovových tenzometrů [-]
$k'$	- koeficient deformační citlivosti polovodičových tenzometrů [-]
$k_1$	- vetknutý nosník [-]
$K_p$	- piezoelektrická konstanta [ $\text{CN}^{-1}$ ]
$l$	- délka měřené deformace [m]
$\Delta l$	- změna délky měřené deformace způsobená deformací [m]
$L$	- indukčnost [H]
$L_{Fe}$	- délka feromagnetika [m]
$L_1$	- délka nosníku [m]
$m$	- hmotnost destičky [kg]
$m_1$	- hmotnost kmitajícího členu [kg]
$m_F$	- hmotnost hřídele [kg]
$M_{(x)}$	- ohybový moment v obecném místě [Nm]
$\overline{M}_{(x)}$	- ohybový moment u fiktivního nosníku v obecném místě [Nm]
$N$	- počet závitů cívky [-]

$\bar{q}_{(x)}$	- spojité zatížení [Nm]
$Q$	- elektrický náboj [C]
$R$	- odpor tenzometru [ $\Omega$ ]
$R_m$	- činná složka komplexní magnetické reluktance [ $H^{-1}$ ]
$R_p$	- stabilní odpor tenzometru [ $\Omega$ ]
$R_1$	- odpor tenzometru akcelerometru [ $\Omega$ ]
$R_2$	- odpor tenzometru akcelerometru [ $\Omega$ ]
$\Delta R$	- změna odporu tenzometru [ $\Omega$ ]
$\Delta R_t$	- rozdíl odporů tenzometru vzhledem ke změně teploty [ $\Omega$ ]
$S_d$	- průřez magnetického železa [ $m^2$ ]
$S_{Fe}$	- průřez feromagnetika [ $m^2$ ]
$T$	- doba kmitu [s]
$U$	- výstupní napětí snímače [V]
$U_m$	- měřicí napětí [V]
$U_n$	- zdroj napětí [V]
$v_j$	- svislá rychlost pohybu jehly po rázu [ $ms^{-1}$ ]
$v_O$	- rychlost jehly při náběhu na zámek [ $ms^{-1}$ ]
$w_{(x)}$	- průhyb nosníku [m]
$x$	- změna polohy [m]
$y(t)$	- změna výchylky v závislosti na čase [m]
$\beta$	- sklon funkční plochy zámku [ $^\circ$ ]
$\varepsilon$	- poměrná deformace [-]
$\mu_0$	- permeabilita feromagnetika [-]
$\mu_{Fe}$	- permeabilita vakua [-]
$\sigma$	- napětí materiálu [MPa]





## 1. ÚVOD

Z hlediska správného fungování pletacího stroje je nutné poznat reakce jednotlivých součástí při zatížení.

Jak vyplívá z názvu tato práce se zabývá experimentálním sledováním interakcí mezi kolínkem pletací jehly a zámekem.

Pro správné provedení experimentu je nezbytné si uvědomit konstrukci a činnost součástí pletacího stroje, které budou sledovány. Tímto se zabývá první část práce nazvaná teoretická východiska. Jsou zde obecně popsány základní části pletacího stroje, detailně bude popsán pletací stroj na kterém je prováděno měření. Dále je teoreticky rozebrané silové namáhání jazýčkové pletací jehly a platiny. Nechybí zde ani teoretický přehled snímačů, které je možno použít na snímání sledovaných veličin.

Jádrem celé práce je samostatná experimentální část. Hlavní náplní je sledování normálových sil mezi kolínkem pletací jehly popř. platiny a zámekem, stejně jako sledování zrychlení jehly(platiny) a s nimi související zkonstruování držáků pro snímání těchto veličin.

Na závěr se předpokládá grafické znázornění vyhodnocených výsledků, které budou porovnány s výstupy z modelu.



## 2. TEORETICKÉ VÝCHODISKA PRÁCE

Nezastupitelnou plošnou textilií, která dříve uspokojovala převážně přímé potřeby člověka v oblasti odívání a bytových textilií je pletenina. V současnosti však nalézá též široké uplatnění v oblasti technických textilií. Její charakteristickou vlastností je velká tažnost, elasticita, přizpůsobivost tvarům, které obepíná, má dobré tepelně-izolační vlastnosti, je průdyšná a měkká. Pletařská technologie, kterou pletenina vznikla je vysoce produktivní. Je možné říci, že výroba plošných textilií pletařskou technologií dosahuje dnes úrovně výroby tkanin. Připomeňme si jen některé výrobky z pletenin: svrchní ošacení, výroba prádla, punčochových výrobků, rukavic, potahových textilií, kobereců, záclonovin, lůžkovin, filtrů, obalových textilií a řady technických textilií.

Pletenina je vytvářena z jedné či více soustav nití pletařskou technikou, která nitě vzájemně spojuje pomocí zátažných a osnovních vazeb. Proto pleteniny dělíme na dvě základní skupiny – pleteniny osnovní a pleteniny zátažné.[viz 1]

### 2.1 Základní popis pletařských strojů a tvorba řádku

Po základním vyšetření pletařských vazeb jsou následující kapitoly zaměřeny na mechanismus tvorby řádku pleteniny na jednotlivých typech pletařských strojů, které vždy vytvářejí pleteninu z jejich základních stavebních prvků pomocí pletařských jehel, ale technika pletení je odlišná. Během jednoho století byla vyvinuta řada různých typů pletařských strojů na výrobu různých druhů pletenin. Velikou zásluhu na mechanizaci pletení má anglický pastor Wiliam Lee, který vynálezem ručního zátažného stávku v roce 1589 zrychlil ruční pletení přibližně na desetinásobek. Některé stroje s tohoto století se po úpravách používají dodnes a jiné ustoupily z výroby. Pro pochopení konstrukce pletařských strojů se zaměříme na techniku pletení na základních typech pletařských strojů. Pletařské stroje jsou značně rozmanité. Můžeme je dělit např. podle těchto hledisek:

**A.** Podle způsobu pohybu pletacích jehel (očkotvorných pracovních částí) na

- 1) *Pletací stroje* s individuálním pohybem jehel,
- 2) *Stávky* se současným pohybem jehel (jsou zátažné i osnovní, patří sem i tzv. rašly).



**B. Podle druhu vyráběné pleteniny na**

- 1) *Zátěžné stroje* – k výrobě zátažných pletenin
- 2) *Osnovní stroje* – k výrobě osnovních pletenin

**C. Podle tvaru pracovního ústrojí (lůžek) na**

- 1) *Ploché stroje* – s plochými lůžky
- 2) *Okrouhlé stroje* – s okrouhlými lůžky

**D. Podle uspořádání jehelních lůžek na**

- 1) *Jednolůžkové stroje* (pro jednolícni pleteninu),
- 2) *Dvoulůžkové stroje* (pro oboulícni, obourubní a interlokovou pleteninu); lůžka mohou svírat určitý úhel (kolem  $90^\circ$  u zátažných strojů, tzv. typ V, u osnovních strojů je to úhel podstatně menší) nebo mít drážky proti sobě a používat oboustranné jehly, schopné přecházet z jednoho lůžka do druhého. [viz 1]

### **2.1.1 Zátažné pletací stroje**

Jsou to stroje pro výrobu zátažných pletenin, tj. takových, kde nitě jsou vedeny úpletem ve směru řádku. Podle typu stroje jsou obsazeny buď jazyčkovými jehlami nebo háčkovými jehlami. Dělí se na

- 1) ploché pletací stroje
- 2) okrouhlé pletací stroje
- 3) kotonové stroje
- 4) francouzské stávky

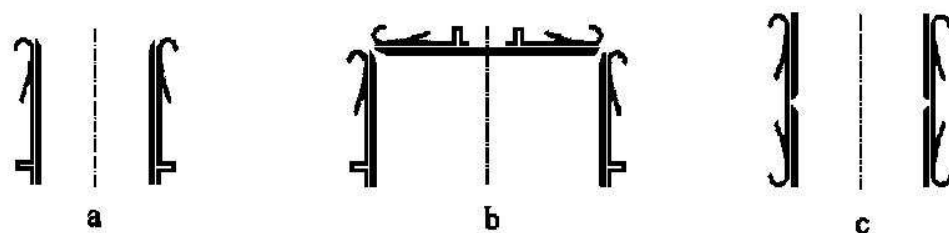
#### **Okrouhlé pletací stroje**

Tyto stroje tvoří nejvýznamnější skupinu výrobního zařízení v pletařském průmyslu s neustále rostoucím výkonem a širšími vzorovacími možnostmi. Dělíme je na *stroje velkopřůměrové* určené převážně k výrobě hadicové metráže. Dále *stroje tělového průměru* s možností výroby dílu s pevným začátkem. Zvláštní skupinu tvoří *stroje malopřůměrové* určené pro výrobu rozsáhlého sortimentu punčochového zboží, jejichž automatizace umožňuje náročnou výrobu punčochových výrobků s minimální potřebou obsluhy.

Uspořádání lůžek okrouhlých pletacích strojů je patrné z obr 2.1. Jednolůžkové stroje (a) mají jedno lůžko, nejčastěji válcové. Dvoulůžkové stroje (b) mají lůžko válcové, ke kterému je přiřazeno lůžko talířové, nazývané u malopřůměrových strojů lůžko přístrojové.



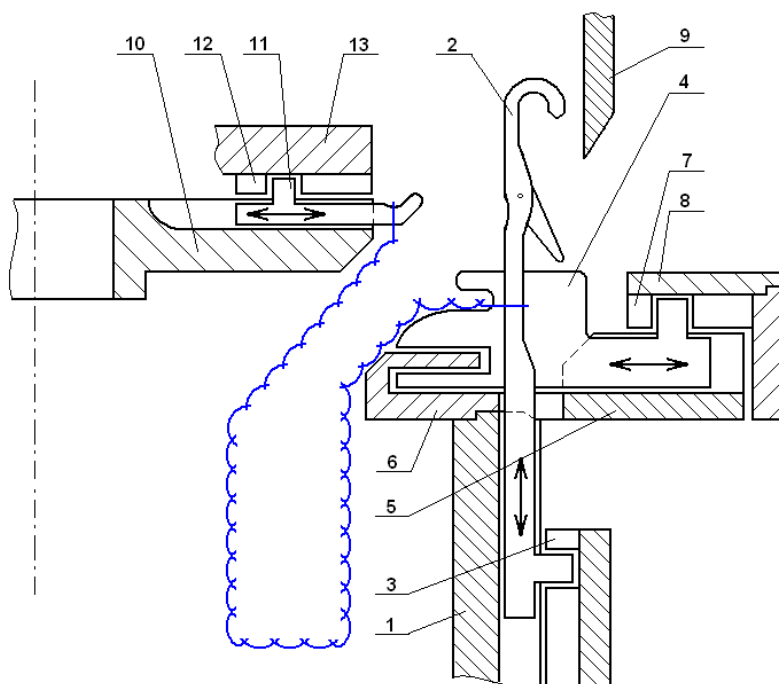
Obourubní stroje (c) mají dvě válcová lůžka uspořádána nad sebou s osazením oboustranných jehel.



Obr.2.1 Uspořádání lůžek okrouhlých pletacích strojů

Princip uspořádání pracovního ústrojí punčochového jednoválcového stroje s přístrojem je znázorněn na obr.2.2. Otáčející se drážkovaný jehelní válec **1** je osazen jazýčkovými jehlami **2**. Kolénka jehel ovládají zámky **3** upevněné na frémě stroje. Uzavírací platiny jsou vsazeny do drážek platinového kruhu **5** nasazeného spolu s korunou **6** na jehelním válci. Korunka zasahuje do vybrání uzavíracích platin a zajišťuje jejich polohu v drážce platinového kruhu. Pohyb uzavíracích platin je odvozen od zámků **7** upevněných na platinovém víku **8**, které je spojeno přes regulační šrouby s výstupkem na frémě stroje a tím je zamezeno jeho otáčení. Regulační šrouby určují polohu zámků uzavíracích platin vůči zatahovacím zámkům jehel a tím jejich přesnou součinnost. Vodičový kruh **9** obepíná

věnc jehel a zabraňuje zavření jazýčku na jehlách, které jsou v uzavírací či vyšší poloze. V místě otevření vodičového



Obr.2.2 Princip uspořádání pracovního ústrojí punčochového jednoválcového stroje

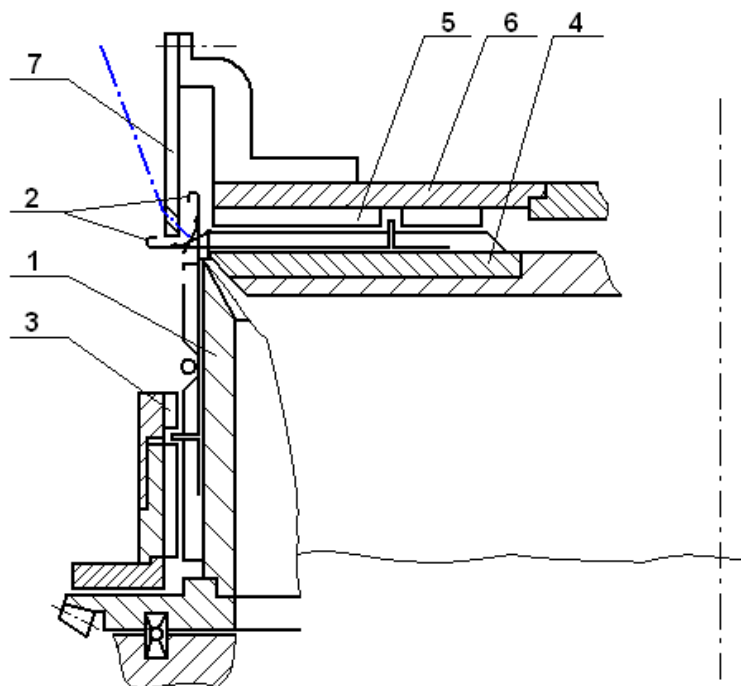
kruhu se zařazují do činnosti vodiče nití. Stroj je vybaven přístrojem, který tvoří talířové lůžko **10**, v jehož drážkách jsou vložena přístrojová pera **11**, která při svém vysunutí stojí přesně nad hlavami sudých jehel. Talířové lůžko se otáčí přes ozubená kola společně



s jehelním válcem. Pohyb přístrojových per zajišťují zámky **12** upevněné na přístrojové desce **13** spojené s frémou stroje. Obrázek též schematicky znázorňuje výrobu převěšeného lemu, tj. záchyt začátku jednolící pleteniny na háčky přístrojových per, upevnění celého lemu a následné jeho převěšení.

Řez lůžka dvoulůžkového pletacího stroje je zobrazen na obr.2.3. V drážkách jehelního válce **1** jsou uloženy jazýčkové jehly **2**, jejichž kolénka ovládají zámky **3** upevněné na frémě stroje.

Druhé lůžko tvoří talíř **4** s jazýčkovými jehlami **2**, které ovládají zámky **5** připevněné na víku talíře **6**, které je fixně spojeno s frémou stroje. Na víku talíře jsou upevněny vodiče nití **7**. Zámky okrouhlých strojů jsou obdobou zámků plochých pletacích strojů, avšak s tím rozdílem, že jsou konstruovány pro jednosměrný průchod kolének



(stroje se otáčí zleva doprava).

Obr.2.3 Řez lůžka dvoulůžkového pletacího stroje

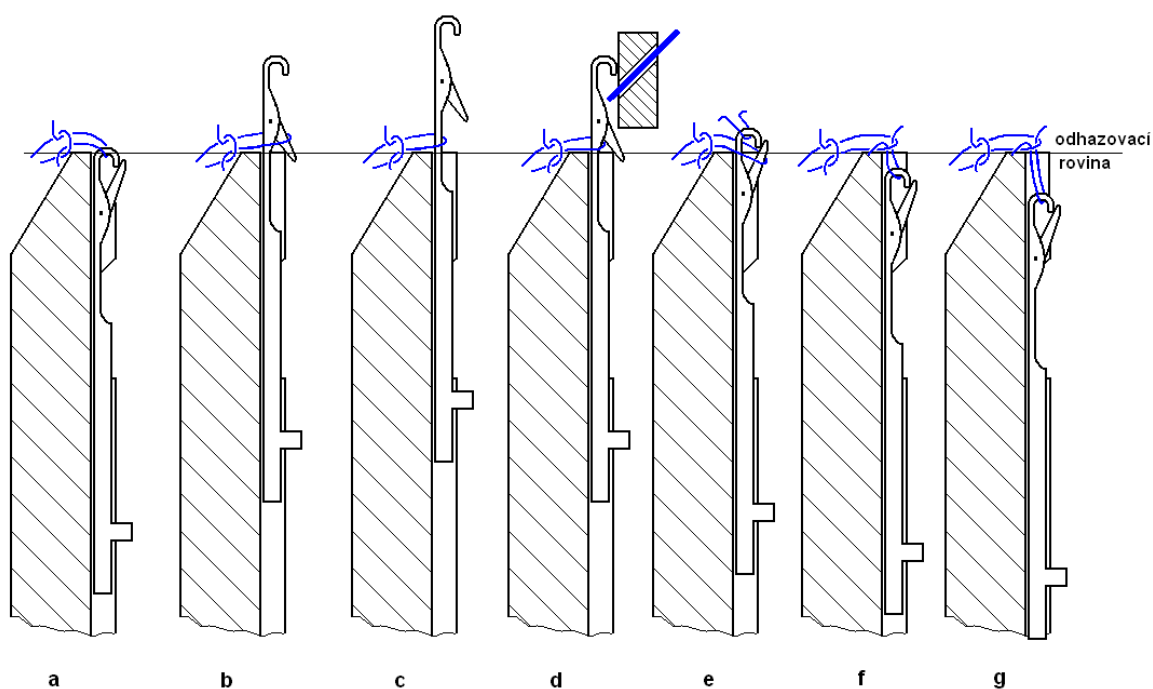
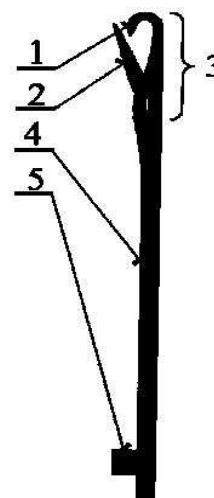
Jen u punčochových strojů určených pro výrobu vratné paty je hlavní zámek obousměrný jako u plochých pletacích strojů. [viz 1]

### 2.1.2 Pletařské jehly a jejich polohy při pletení

Společnou součástí všech pletařských strojů jsou různé druhy pletařských jehel a platin. Jsou tři základní typy jehel: *jehla jazýčková* (Obr. 2.4) , *háčková*, *dvoudílná*. Vyskytují se v mnoha modifikacích podle typu stroje, avšak jejich společnou vlastností je schopnost tvorby oček.

Na (obr. 2.4) jsou ilustračně vysvětleny části jehly: **1** – háček, **2** – jazýček, **3** – hlava jehly, **4** – stvol, **5** – kolénko

Rozkreslení tvorby oka je patrné z Obr. 2.5, který určuje postavení hlavy jehly vůči odhazovací rovině. Jehla v *základní poloze* (a) stojí svou hlavou mírně pod odhazovací rovinou a uvolňuje na ní visící očko. Jehla se začne zvedat do *chytové polohy* (b). Staré očko odklopí otočně uložený jazýček a přesune se na něj. Dále se jehla zvedá do *uzavírací polohy* (c), přičemž očko přepadne přes otevřený jazýček na stvol jehly. Poté se jehla vrací do *druhé chytové polohy* (d), kde dochází ke kladení nitě na jehlu a její zachycení v háčku jehly. Při dalším pohybu jehly staré očko zavře jazýček a přesune se na něj - *poloha nanášecí* (e). Dalším klasáním jehly pod odhazovou rovinu následuje *odhoz* (f) *starého oka*. Přitom dojde k protažení kličky starým očkem a vznik nového oka, jehož délka je určena stažením jehly do *nejnižší zatahovací polohy* (g).

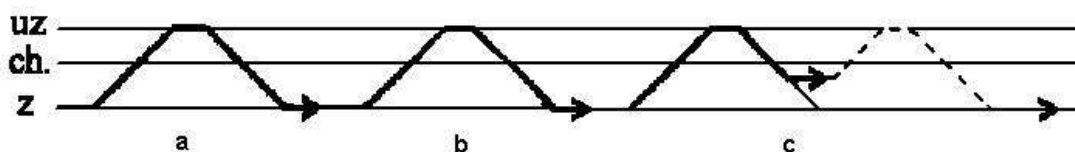


Obr.2.5 – Tvorba oka

Při pletení zátažných pletenin probíhá popsaná činnost na paralelně uložených jehlách ve formě jakési vlny, tudíž v určitém časovém úseku se na tvorbě řádku podílí větší počet jehel. Zjednodušená dráha pohybu jehel je patrná z obr. 2.6 Dráha značí hlavy jehly a tedy i pohyb kolénka jehly, za které je pomocí klínů (vaček) jehla ovládána a přesunována do příslušných poloh. Na obr 2.6a je nakreslena dráha pro tvorbu oka, jehla se pohybuje ze



zatahovací polohy do uzavírací polohy a zpět. *Tvorbu chytové kličky* lze na jehla provést dvojím způsobem, který je znázorněn na obr. 2.6**b,c**.

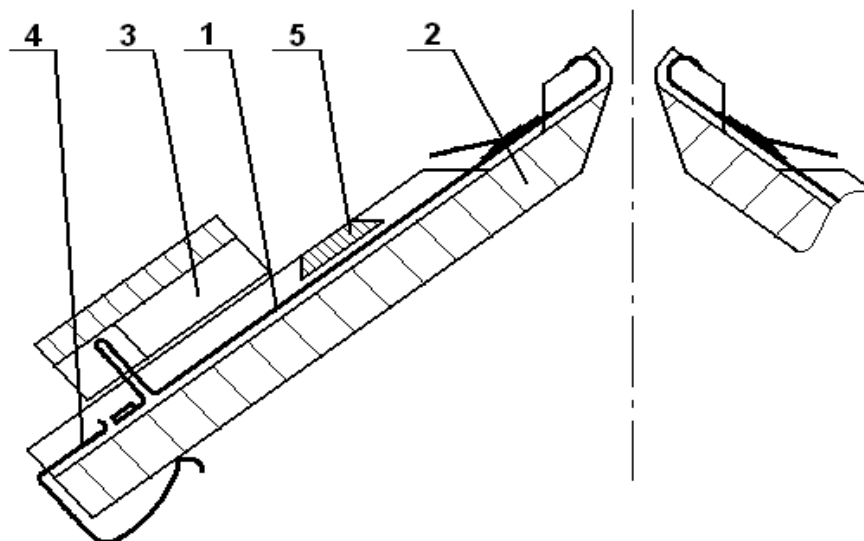


Obr.2.6 Zjednodušená dráha pohybu jehel

Obvyklým způsobem tvorby chytové kličky probíhá podle dráhy jehly (b). Jehla je zvednuta jen do chytové polohy, kdy staré očko zůstane na otevřeném jazýčku jehly (nepřepadne přes stvol jehly). Při dalším pohybu jehla zachytí nit z vodiče a při jejím snížení do zatahovací polohy vytvoří z nitě chytovou kličku. Druhým způsob (c) znázorňuje dráhu pohybu jehly při *tvorbě chytu stahovači*. jehla zvednuta do uzavírací polohy a následně stažena do polohy chytové, zachytí nit a dále je stahována jen o tolik, aby staré očko nepřepadlo přes hlavu jehly (nebylo odhozeno), tím zachycená nit vytvoří chytovou kličku. Následným zvednutím jehly do uzavírací polohy sklouzne staré očko a chytová klička na stvolu jehly a obě jsou následným očkem zapleten. Rozdíl je v tom, že tomuto způsobu tvorby chytové kličky nebyla jehla stažena do zatahovací polohy a tím je vytvořena chytová klička kratší.[viz 1]

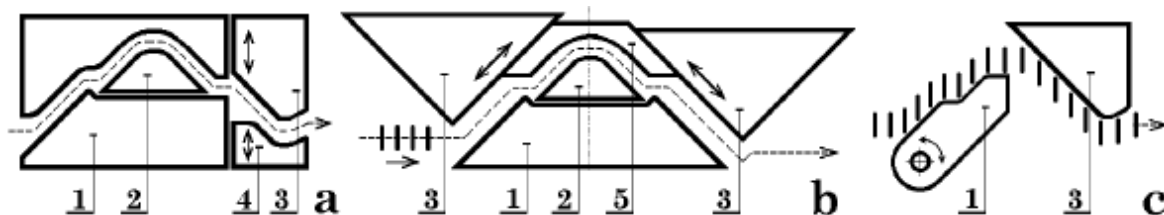
### 2.1.3 Pracovní ústrojí pletacích strojů

Hlavní části pracovního ústrojí jsou pletací jehly, lůžka a zámky. *Lůžka* slouží k uložení pletacích jehel ve svých drážkách a zároveň realizují odhazovací rovinu. Ilustračně je naznačena funkce lůžka na obr.2.7 kde je nakreslen řez pracovním ústrojím plochého pletacího stroje. Přední hrany žebra lůžka **2**, které tvoří zmíněnou odhazovou rovinu, zajišťují správnou polohu úpletu jak při zvedání jehel **1** (zde je znázorněna nutná odtahová síla, která působí na uplet směrem dolů), tak při nanášení, odhozu a zatahování. Přes žebra lůžka se rovněž provádí u jednolící pleteniny zatahování. V pracovní poloze jsou jehly podpírány pery **4**. Jehla by se jinak mohla samovolně sesunout do mimopracovní polohy nebo do polohy, v které by kolénko bylo na úrovni hrany zámku a to zejména v případě, kdy v háčku jehly není očko. V mimopracovní poloze je kolénko jehly pod úrovní zámku **3** a jehla se tudíž nemůže pohybovat v drážce lůžka . proti samovolnému vypadnutí jehly z drážky slouží rybinovitě uložený závěr jehel **5** [2].



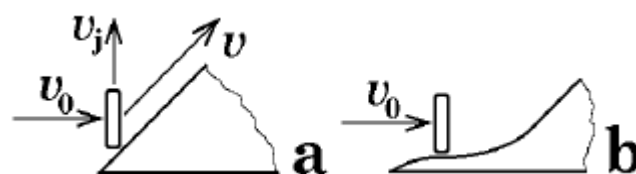
Obr.2.7 Řez pracovního ústrojí plochého pletacího stroje

Zámky (vačky) jsou seskupeny tak, že vytvářejí zámkovou dráhu. U okrouhlých strojů stačí jednosměrná dráha (obr.2.8 a, c), ploché stroje pracují obousměrně (b). Pohyb jehel vzhůru zajišťují zvedače. Chytový zámek 1 zvedá jehly do chytové a uzavírací 2 do nejvyšší polohy, obr. a, b. Pohyb dolů provádějí stahovače 3. Jejich poloha je seřiditelná, což umožňuje měnit hloubku zatahování a tím i hustotu pleteniny. Protizámek 4 uzavírá dráhu pod stahovačem, což zlepšuje stejnoměrnost pleteniny, neboť se nemůže negativně uplatnit setrvačnost jehly. Příklad otevřené dráhy se zvedačem vcelku je na obr. c. Seskupení zámků, schopné vytvořit jeden řádek pleteniny, se nazývá zámkový systém. Na strojích bývá takových systémů více (na PPS většinou do 4, na VPS do 120).



Obr.2.8 Příklad zámků pletacích strojů

Tzv. lineární zámký mají rovinné funkční plochy a zámková dráha je v tomto případě složena z úseček, viz obr.2.9 a. Při nabíhání kolénka na zámek přitom dochází k rázu, tj. ke skoku v rychlosti, který je doprovázen extrémní hodnotou zrychlení a působením



Obr.2.9 Lineární a nelineární zámký

veliké dynamické síly podle vztahu  $F = m \cdot a$ . Určit zrychlení při rázu reálných těles je



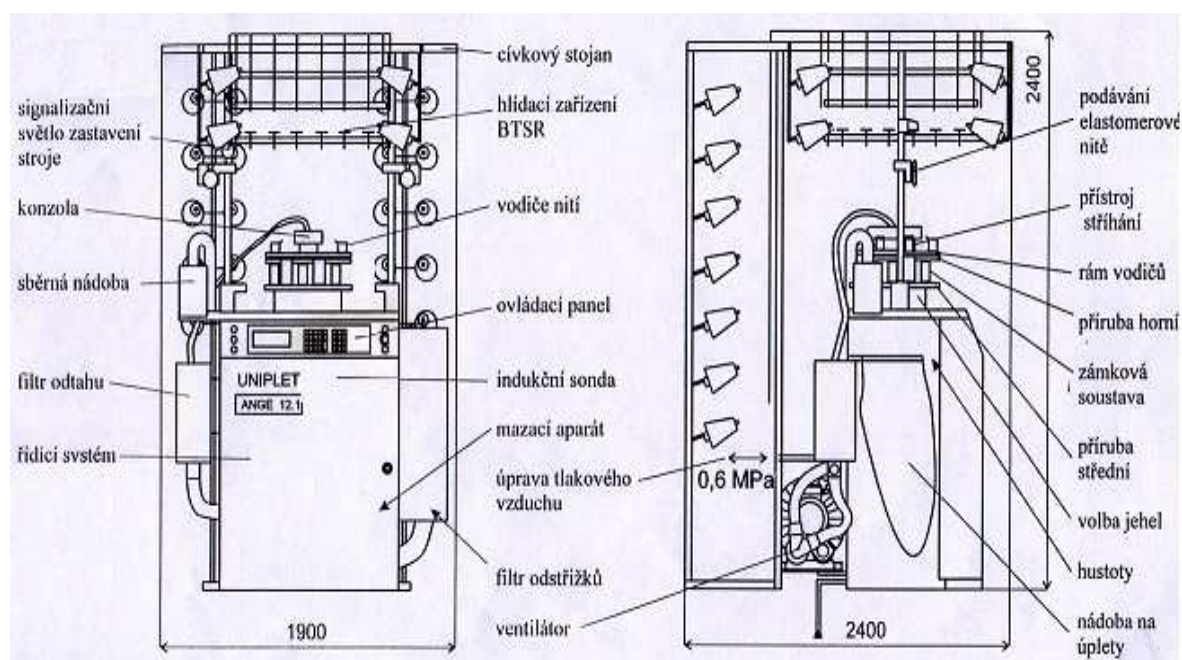


těžké, snadnější je hodnotit účinky rázu podle změny kinetické energie  $dE$  jehly o hmotnosti  $m_2$  při náběhu na zámek se sklonem funkční plochy  $\beta$  rychlostí  $v_o$ . Mění se jen svislá složka pohybu jehly  $v_j$  (ve směru drážky lůžka), takže platí že  $\Delta E = 1/2 \cdot V_j^2 \cdot m = 1/2 \cdot v_o^2 \cdot m \cdot \sin^2 \beta$ , kde  $v_j$  je svislá rychlost pohybu jehly po rázu. Je vidět, že vliv rázu roste s druhou mocninou pracovní rychlosti i úhlu sklonu zámku, přičemž výkonné stroje právě tyto parametry potřebují mít vysoké. Řešením jsou nelineární zámky s matematicky modelovanou křivkovou drahou (např. polynomem), obr.2.9 b [7].

## 2.2 Okrouhlý maloprůměrový jednoválcový pletací stroj ANGE 12.2

ANGE 12.2 je bezbubnový maloprůměrový jednoválcový plně elektronický čtyřsystémový pletací stroj s jedním dalším pomocným systémem pro výrobu ponožkového zboží. Tento stroj je vybaven elektropneumatickým ovládáním zámkové soustavy, víka platinového věnce, vodičů nití a přístrojových zámků, pohonem stroje bezkartáčovým střídavým synchronním servomotorem, podáváním gumy s krokovými motory, elektromagnetickou páčkou volby jehel, elektronickým řídicím systémem.

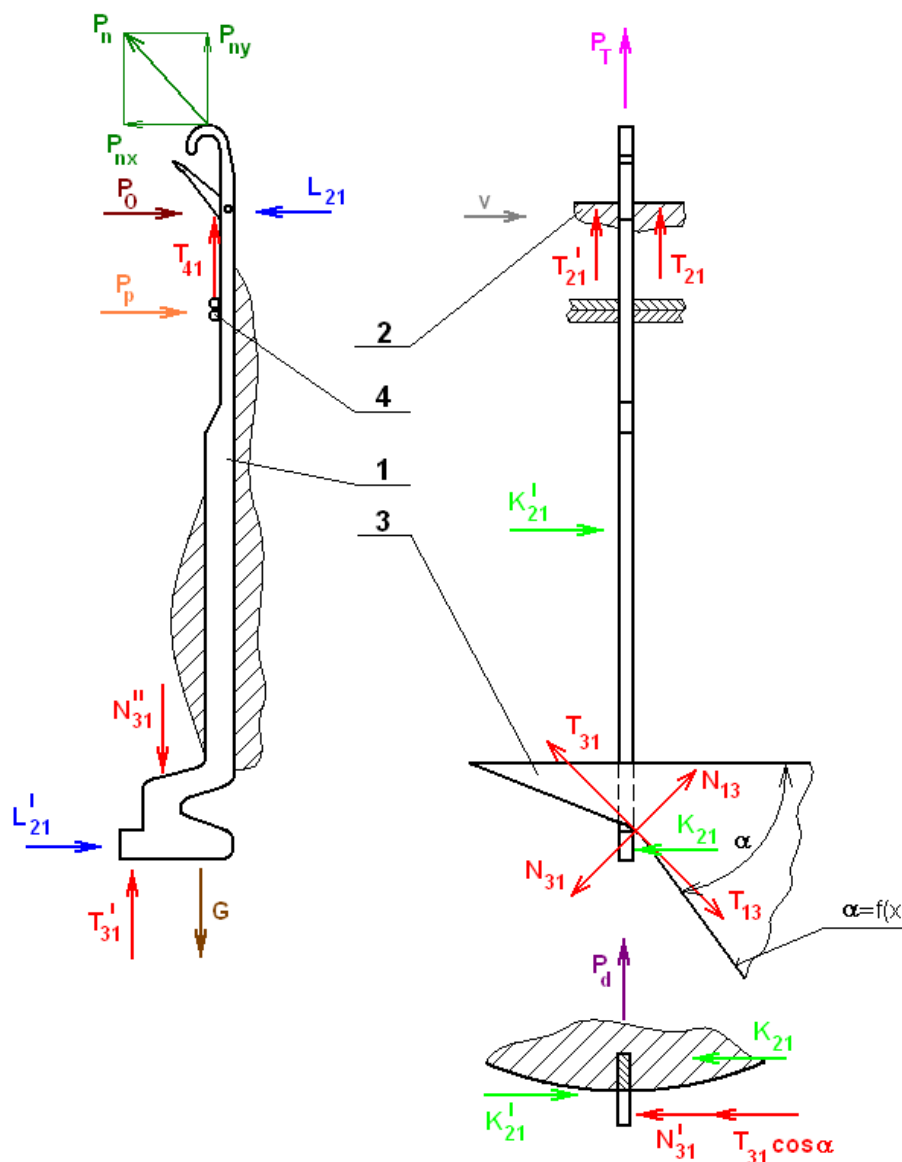
Dělení stroje: Průměr jehelního válce	3 3/4" (95 mm)
základní typ	14 E
Počet jehel základního typu	168



Obr.2.10 Umístění jednotlivých funkčních celků na stroji ANGE 12.2

## 2.3 Silové namáhání jazýčkové jehly a platiny

S ohledem na staticky neurčitě uložení jehly v drážce lůžka je exaktní výpočet silových poměrů v soustavě jehla – zámek – lůžko velmi obtížný a nepřesný. Je proto výhodnější získat potřebné parametry, které mají rozhodující vliv na namáhání a opotřebení jehly, zámku a lužka, měřením.



Obr.2.11 Silové namáhání jazýčkové jehly na jednoválci

1 – jehla, 2 – lůžko jehly, 3 – zámek, 4 – přítláčné pružiny

$v$  [m/s] ... obvodová rychlost

$P$  [N] ... unášecí síla lůžka na jehlu

$G$  [N] ... tíha jehly

$P_d$  (N) ...  $P_d = f(G, y)$

$P_n$  ... síla od nitě

$P_p$  ... síla od pružiny

$P_T$  ... pasivní síla v uložení jehly

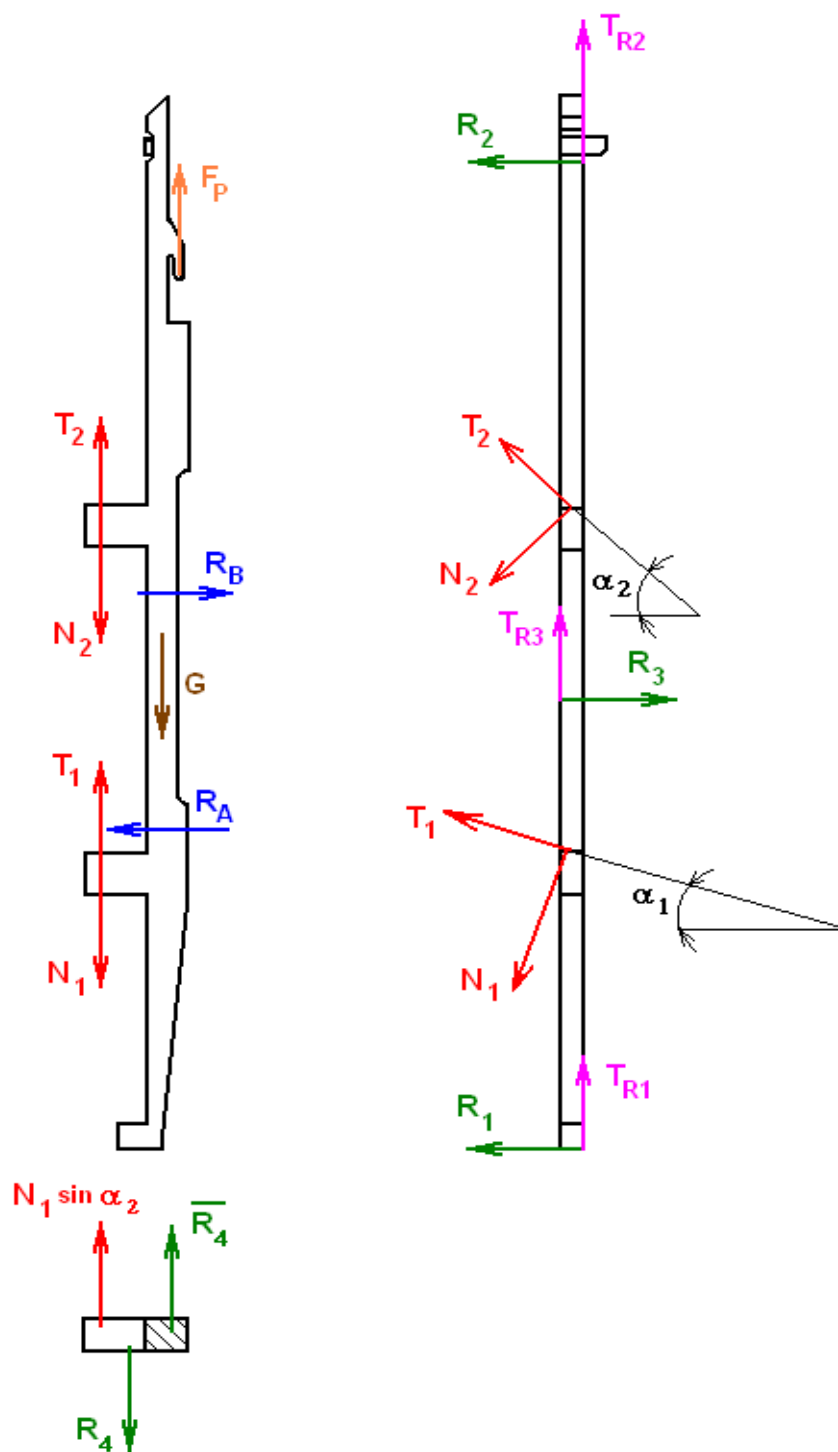
$P_o$  ... síla od oka

$K_{21}, K_{21}'$  ... vytváří předpružení

$L_{21}, L_{21}'$  ... vytváří klopný moment

$T$  ... smykové síly

$N$  ... normálové síly



Obr.2.12 Silové namáhání platiny na dvouválci

$R_1, R_2, R_3, R_4$  ... síly od předpružení

$R_A, R_B$  ... reakce vytvářející klopný moment

$T_{R1}, T_{R2}, T_{R3}, T_1, T_2$  ...smykové síly

$N_1, N_2$  ... normálové síly

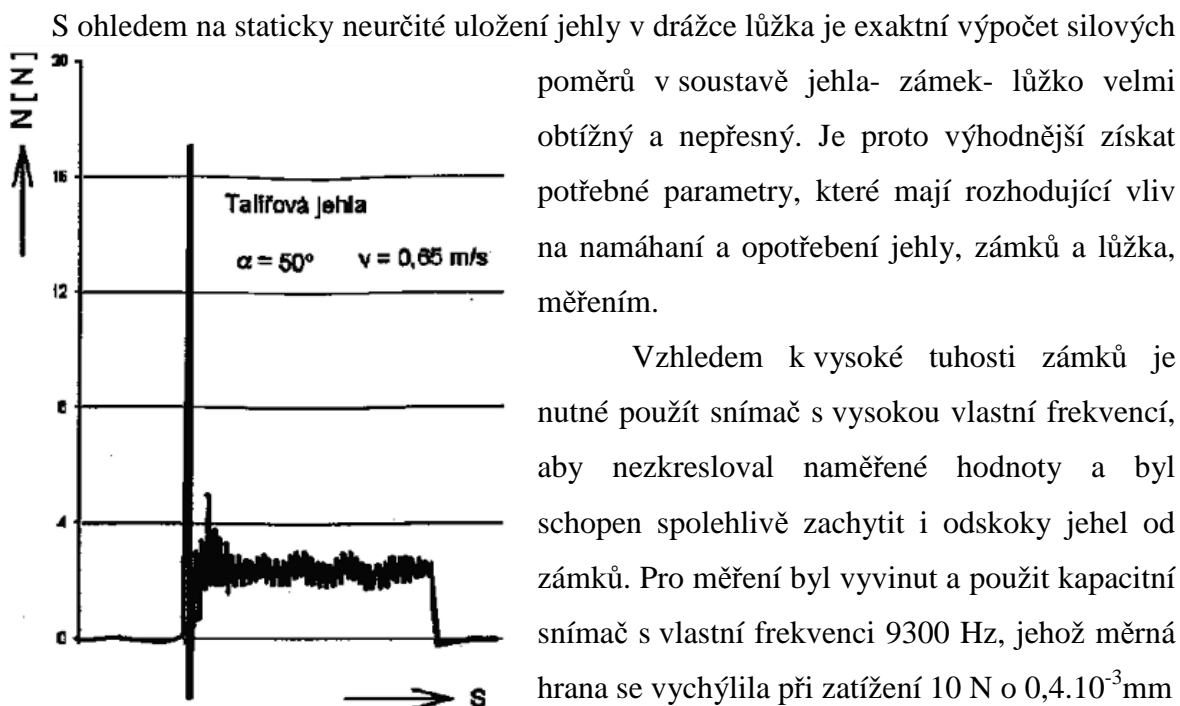
$F_P$  ... síla od jehly

$G$  ... tíhla jehly

$\alpha_1, \alpha_2$  ... úhly sklonu zámku

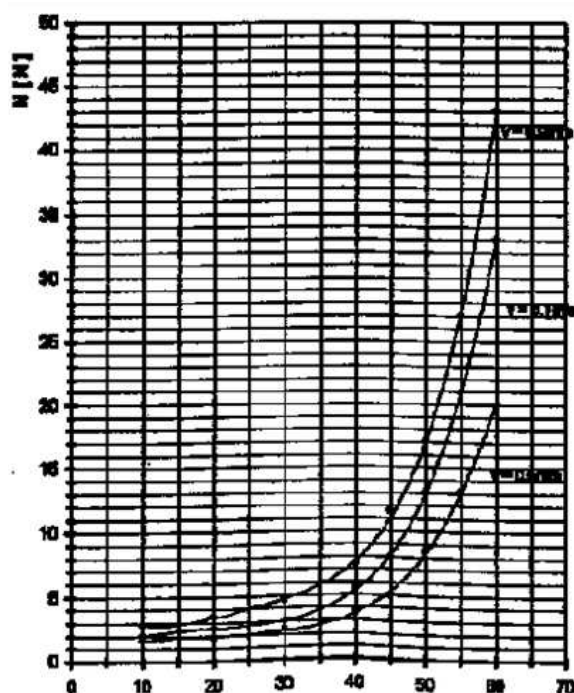


## 2.4 Měření silových poměrů mezi kolénkem jehly a zámkem pletacího stroje dle Ing. J. Kopala CSc.



Obr.2.13 Náraz kolénka na zámek

Dále jsou jako příklad uvedeny některé výsledky z měření na VPS ODZ/32 (průměr válce).

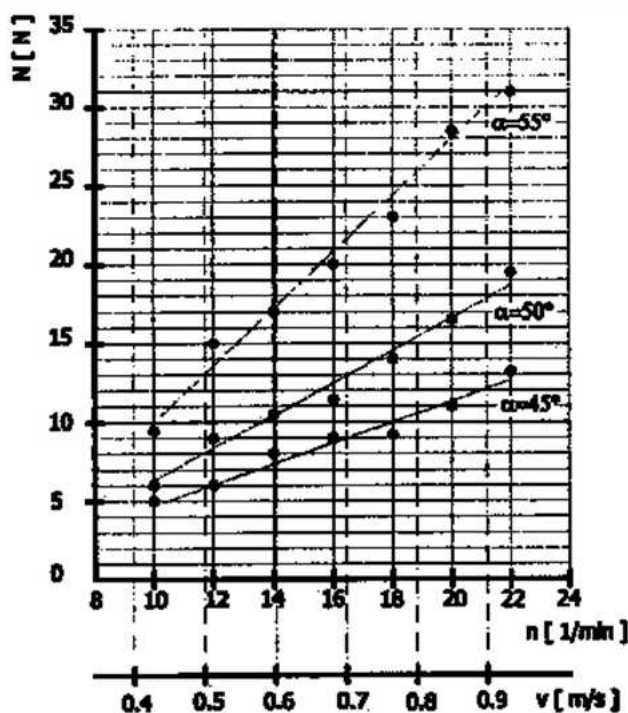


Obr.2.14 Závislost rázové síly na otáčkách  
válce  
exponenciální vzrůst rázové síly se vzrůstajícím úhlem  $\alpha$ . Následující obrázek 2.15 uvádí

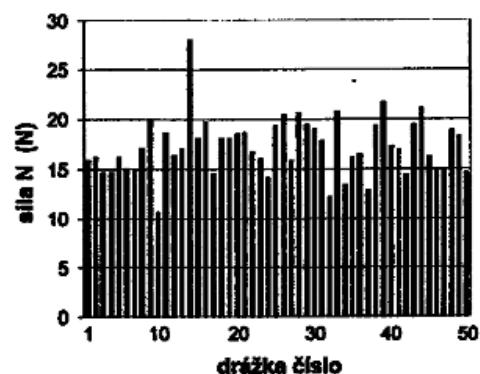


závislost rázové síly na otáčkách válce při úhlech stahovače  $\alpha = 45^\circ$ ,  $50^\circ$  a  $55^\circ$ . Z průběhu naměřených hodnot je zřejmé, že velikost rázové síly v závislosti na otáčkách má přímkový charakter, i když s ohledem na vzrůst kinetické energie s rychlostí bychom očekávali průběh exponenciální. Z výsledku měření dále vyplynulo, že velikost normálové síly při ustáleném pohybu jehly po přímkovém zámku prakticky nezávisí na obvodové rychlosti stroje, ale jen na úhlu zámku. V rozmezí rychlosti 0,4- 1 m/s byla velikost ustálené normálové síly při úhlu  $\alpha = 45^\circ$  rovna  $N_1=2,5$  N, při  $\alpha = 50^\circ$  byla 3,5 N a při úhlu  $\alpha = 55^\circ$  dosáhla hodnoty  $N_1=4,5$  N.

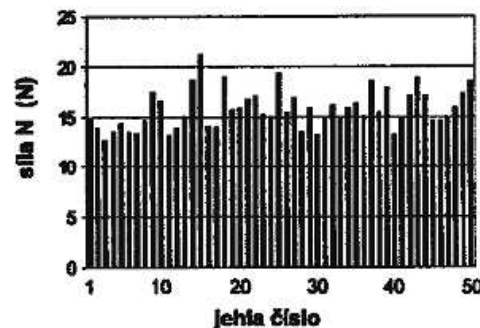
Pro posouzení vlivu uložení jehly v drážkách jehelního lůžka bylo provedeno měření rázové síly kolénka jehly na přímkový zámek s úhlem  $\alpha = 50^\circ$  postaveném jako zvedač při rychlosti válce  $v=0,7$  m/s. Na obr. 2.16 je znázorněna velikost rázové síly jedné (těže) jehly vsazené do 50ti drážek následujících vedle sebe do válcového lůžka. Z monogramu je patrná značná rozdílnost v uložení jehly od hodnoty  $N=10,5$  N u drážky č. 10 do hodnoty  $N=28,0$  N, u drážky č. 14, což je více jak dvojnásobek. Průměrná hodnota rázové normálové síly byla  $N=17,15$  N, směrodatná odchylka měření byla  $s=2,64$  N a variační koeficient měření  $v=17,1\%$ .



Obr.2.15 Závislost rázové síly na otáčkách válce



Obr.2.16



Obr.2.17

Při tomto měření bylo též provedeno hodnocení normálové síly  $N_1$  při ustáleném pohybu kolénka jehly po zámku. Průměrná hodnota síly byla  $N_1=4,74$  N při  $s=0,63$  N a

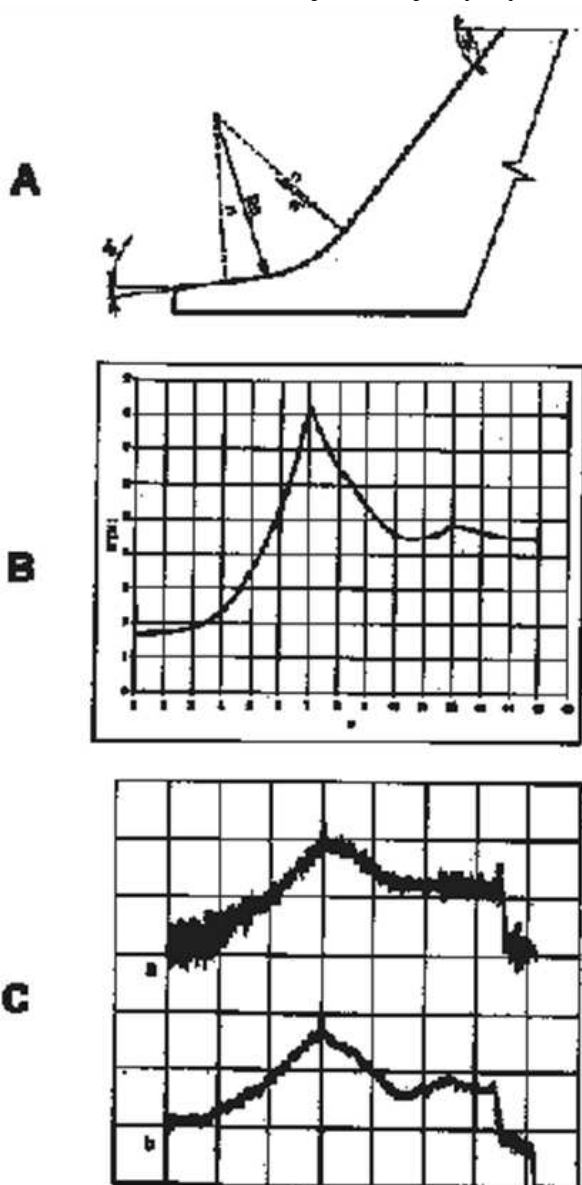


$v=13,3\%$ . Měření bylo prováděno na zánovním frézovaném lůžku. Z uvedeného je zřejmá výhodnost skládaného lůžka, (viz dále), kdy můžeme zajistit dokonalejší uložení jehly a při ulomení kolénka jehly opět obnovit dokonalý tvar drážky lůžka pro jehlu.

Dále bylo vyhodnoceno obdobné měření 50ti jehel v jedné drážce lůžka za stejných podmínek jako v předchozím měření. Výsledek měření je uveden v monogramu na obr. 2.17 Minimální hodnotu rázové síly měla jehla č. 3,  $N=12,6$  N a maximum  $N=22,5$  N, jehla č. 15. Průměrná hodnota rázové síly  $N=15,70$  N, tedy nižší než u měření s jednou jehlou v 50ti drážkách lůžka. Směrodatná odchylka měření  $s=1,93$  N a variační koeficient  $v=12,3\%$ . Je dost zarážející, že jehly vyráběné s vysokou přesností a kontrolou vykazují

tak značné rozdíly ve svém uložení v drážce lůžka. Též bylo provedeno hodnocení normálových sil při ustáleném pohybu jehel po přímkovém zámku. Zde byla naměřena průměrná hodnota normálové síly  $N_1=4,26$  N,  $s=0,65$  N a  $v=15,3\%$ . Též tyto naměřené hodnoty ukazují na skutečnost odlišného tvaru stvolu jehel a tím různého uložení v drážce lůžka.

Na obr. 2.18 je zobrazen záznam průběhu normálové síly  $N'$  na zámku obr. 2.18 A, kde kolénko jehly nabíhá na úhel  $\alpha=8^\circ$  a kruhovým přechodem R5 přechází na úhel  $\alpha=52^\circ$ . Pro měření byl použit dvousložkový kapacitní snímač. Záznam měření na obr. 2.18 C (a) znázorňuje vodorovnou složku síly  $N'$  a (b) složku svislou. Na vodorovné složce je patrné kmitání kolénka jehly v drážce lůžka. Na obr. 2.18 B je uveden průběh síly  $N'$ , kde v místě přechodu kružnice v přímku je zřejmý skok ve zrychlení.[8]



Obr.2.18 Záznam průběhu normálové síly



## 2.5 Snímače

Senzor je funkční prvek tvořící vstupní blok měřicího řetězce, který je v přímém styku s měřeným prostředím. Pojem senzor je ekvivalentní pojmu snímač, převodník nebo detektor. Citlivá část senzoru se občas označuje jako čidlo. Senzor je primární zdroj informace snímá sledovanou fyzikální veličinu, chemickou nebo biologickou veličinu a dle určitého definovaného principu ji transformuje na měřicí veličinu – nejčastěji na veličinu elektrickou. Dále existují senzory, u nichž je neelektrická veličina přímo transformována na číslicový signál.

### *Rozdělení snímačů*

*Dle měřené veličiny:*

snímače teploty, tlaku, průtoku, radiační veličiny ve viditelném, infračerveném a jiném spektru, mechanické veličiny (posunutí, polohy, rychlosti, zrychlení, síly, mechanického napětí aj.), snímače pro analýzy látek, kapalin a plynů, snímače elektrických a magnetických veličin aj.

*Dle fyzikálního principu:*

snímače odporové, indukční, indukčnostní, kapacitní, magnetické, piezoelektrické, pyroelektrické, optoelektronické, optické vláknové, chemické, biologické aj.

*Dle transformace signálu:*

aktivní, pasivní

*Dle výrobní technologie:*

elektromechanické, mechanické, pneumatické, elektrické, elektronické, elektrochemické, polovodičové, mikroelektronické, optoelektronické aj.

### 2.5.1 Snímače neelektrických mechanických veličin

#### *Snímače pro měření posunutí a polohy*

druhy snímačů:	- kapacitní snímač	- Resolvery
	- kontaktní snímač	- Induktosyn
	- Hallovy sondy	- Indukční snímač
	- Inkrementální rotační čidlo	
	- Indukčnostní snímač	



### **Snímače pro měření rychlosti pohybu**

- druhy snímačů:
- posuvný pohyb
  - elektromagnetický
  - elektrodynamický
  - rotační pohyb
  - tachometry
  - tachualternátory
  - impulsní snímače rychlosti

### **Snímače pro měření zrychlení**

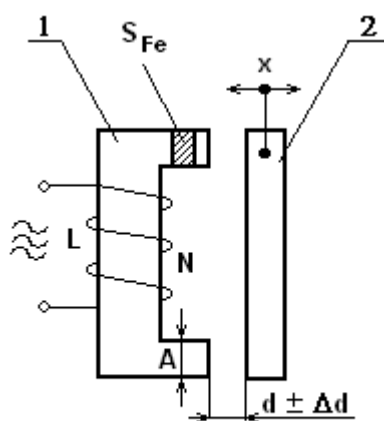
- druhy snímačů:
- odporové snímače deformace (tenzometry)
  - piezoelektrický snímač

### **Snímače pro měření zrychlení**

- druhy snímačů:
- odporové snímače deformace (tenzometry)
  - piezoelektrický snímač

### **2.5.2 Indukčnostní snímače s proměnou vzduchovou mezerou**

V základním uspořádání na obr.2.19 se měřeným posuvem  $x$  mění vzduchová mezera v rozmezí  $d \pm \Delta d$ . Je-li  $d \ll A$ , pak je možné zanedbat rozptylový tok mimo vzduchovou mezeru a pro kmitočty asi 10 kHz také vliv ztráty ve feromagnetiku. Pak je magnetická reluktance reálná a platí vztah



1...feromagnetikum  
2...magnetické železo

$$R_m = \frac{L_{Fe}}{\mu_0 \mu_{Fe} S_{Fe}} + \frac{2d}{\mu_0 S_d} \quad (1)$$

Permabilita feromagnetika  $\mu_{Fe}$  je podstatně větší než permabilita vakua  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$  a pro indukčnost  $L$  snímače přibližně platí

$$L = \frac{N^2}{R_m} = \frac{N^2}{2d} \mu_0 S_d \quad (2)$$

Závislost  $L$  na  $d$  je tedy *hyperbolická* a proto se snímače se změnou délky vzduchové mezery používají pro měření malých posuvů  $x$ . [5]

Obr.2.19 Indukčnostní snímač  
mezerový





### 2.5.3 Odporové snímače deformace (tenzometry)

Tenzometry se vyrábějí ve dvou základních provedeních, a to kovovém a polovodičovém (křemíkovém). Tyto dva typy nelze vzájemně porovnávat, protože každý z nich má své optimální využití, které odpovídá jeho metrologickým a technickým vlastnostem. Tenzometry se uplatní v senzorech mechanických veličin, jejichž špičková kvalita je dána i využitím fyzikálních efektů vyšších řádů, které běžně odborná literatura neuvádí, ale lze si je osvojit dlouhodobými zkušenostmi v oboru.

#### *Převod deformace na změnu odporu*

Měřením pomocí odporových tenzometrických snímačů je založeno na poznatku, že silou, která působí na těleso, deformuje se toto těleso jednak ve směru působící síly, jednak kolmo ke směru síly. Deformace ve směru síly je dána Hookeovým vztahem, který platí v oblasti pružné deformace.

Napětí materiálu: 
$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (3)$$

pružná deformace: 
$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (4)$$

Mezi změnou odporu a poměrnou deformací, která ji způsobila, platí vztah:

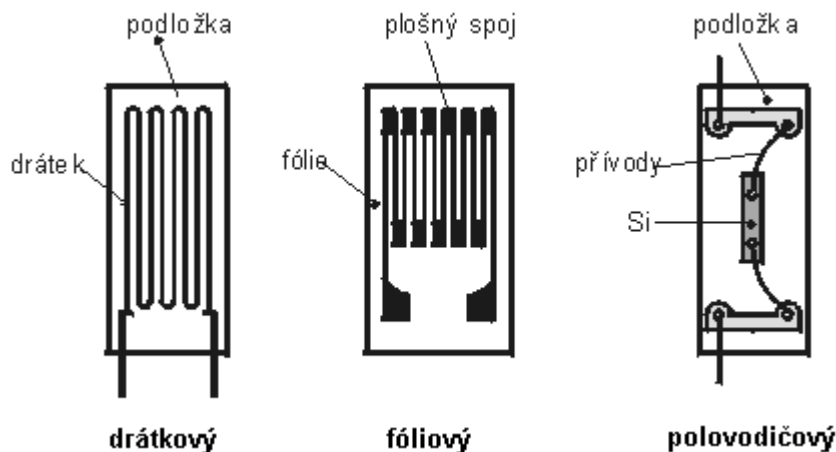
$$\frac{\Delta R}{R} = k \cdot \varepsilon \quad (5)$$

Spojením rovnic (3) a (5) dostaneme vztah: 
$$\sigma = \frac{E}{k} \cdot \frac{\Delta R}{R} \quad (6)$$

#### Parametry tenzometrů

##### *Parametry kovových tenzometrů*

Měřicí mřížky kovových tenzometrů jsou nejčastěji vinuty z konstantanového drátku o průměru  $2 \cdot 10^{-2}$  až  $1 \cdot 10^{-2}$  mm, nebo jsou leptány z konstantanové fólie na tloušťku např.  $10^{-3}$  mm. Zpravidla jsou přitmeleny k papírové podložce. Elektrický odpor kovových tenzometrů bývá 120 až 600  $\Omega$ , výjimečně až 1 000  $\Omega$ . Jejich konstanta snímače (součinitel deformační citlivosti) je  $k = 2$ . Přesnost měření pozitivně ovlivňuje nízký teplotní součinitel elektrického odporu konstantanu  $5 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}/\text{K}$ . Různé druhy provedení tenzometrů je vidět na obr.2.20



Obr.2.20 Provedení odporových tenzometrů

### Parametry polovodičových tenzometrů

Polovodičové tenzometry se vyrábějí z křemíku, a to buď řezáním, broušením či leptáním monokrystalu, nebo planární technologií na křemíkovém nebo jiném substrátu. Vykazují nelineární závislosti odporu na deformaci i na teplotě. Závislost relativní změny odporu na relativní deformaci se vyjadřuje obvykle vztahem:

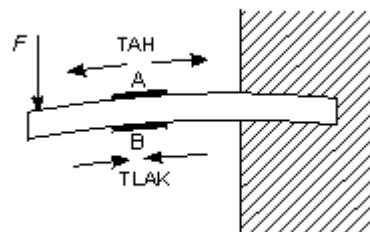
$$\frac{\Delta R}{R} = C_1 \cdot \varepsilon + C_2 \cdot \varepsilon^2 \quad (7)$$

Koeficient deformační citlivosti  $k'$  polovodičových tenzometrů je vzhledem k rovnici (4) vyjádřen vztahem:

$$k' = C_1 + C_2 \cdot \varepsilon \quad (8)$$

V porovnání s kovovými tenzometry jsou polovodičové mnohem citlivější. Koeficient deformační citlivosti dosahuje hodnot  $k' = 50$  až  $175$ . Nevýhodou je však odchylka od lineární charakteristiky a značná teplotní závislost. Při aplikaci polovodičových tenzometrů je tedy nutno vždy teplotní závislost kompenzovat vhodným zapojením měřicího můstku nebo pomocným obvodem.[3]

Základním úkolem odporového tenzometru je, aby reagoval příslušnou změnou odporu na mechanickou deformaci vyvolanou působící silou. Velmi často využívaným zařízením je *siloměrný člen*, tvořený vetknutým nosníkem, na němž jsou nalepeny tenzometry, přičemž síla působí na volný konec nosníku (obr. 2.21).



Působící silou je nosník namáhán v oblasti pružných deformací.

Obr.2.21 Nosník siloměrného členu



### Zapojení tenzometrů do Wheatsonova mostu

*Jediný snímač měřící, jeden kompenzační – polovina mostu - tah*

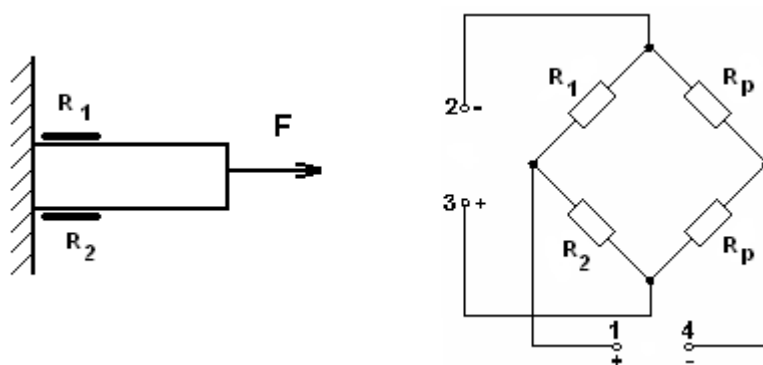
V tomto případě měříme jen polovinu mostu, zatímco druhá polovina je doplněna přímo v přístroji dvojicí drátových stabilních a stejných odporů  $R_p$ . Teplotou se bude měnit jen odpor dvojice snímačů a bude:[3]

$$R_1 = R + \Delta R + \Delta R_t \quad (10)$$

$$R_2 = R + \Delta R_t \quad (11)$$

$$R_3 = R_4 = R_p \quad (12)$$

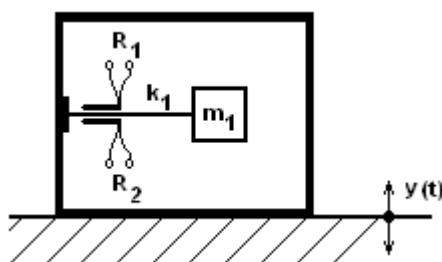
$$U_m = U_n \frac{R_1 \cdot R_p + R_2 \cdot R_p}{(R_1 + R_2) \cdot (R_p + R_p)} = \frac{U_n}{4} \cdot \frac{\Delta R}{R} \quad (13)$$



Obr.2.22 1 snímač měřící, 1 kompenzační – polovina mostu - tah

### Tenzometrický snímač zrychlení

Mechanický kmitavý systém, vytvořený vetknutým nosníkem ( $k_1$ ) a hmotností ( $m_1$ ), je základem několika typů akcelerometrů. Nejznámější je snímání deformace nosníku poblíž místa vetknutí drátkovými nebo polovodičovými odporovými tenzometry (obr.2.23). [5]



Obr.2.23 Akcelerometr s kmitajícím nosníčkem



## 2.5.4 Piezoelektrický snímač

Při působení mechanických deformací dochází u některých druhů krystalů ke vzniku elektrického náboje. Tento děj je reciproký; přiložením střídavého elektrického pole se

krystal

mechanicky

rozkmitá.

Uvedené

vlastnosti

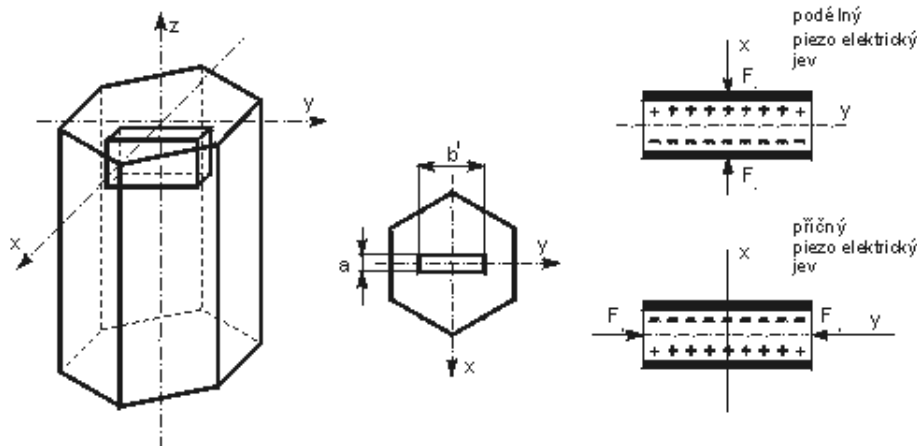
vykazuje např.

křemen,

titaničitan

barnatý a

olovnatý,



Obr. 2.24 Piezoelektrický jev u krystalů

některé makromolekulární látky a jiné. V praxi se nejčastěji využívá vlastností  $\text{SiO}_2$  a

$\text{BaTiO}_3$ . Piezoelektrický element získáme z krystalu křemene (obr.2.24) tak, že vyřízneme destičku, jejíž hrany budou rovnoběžné s jednotlivými osami krystalu (X - osa elektrická, Y - osa mechanická, Z - osa optická). Působí-li síla *kolmo na optickou osu*, krystal se zelektrizuje a na plochách kolmých na elektrickou osu se objeví elektrický náboj

Působí-li na křemennou destičku rovnoměrně rozložená síla  $F_x$  podél elektrické osy X (obr. 2.24), hovoříme o tzv. *podélném piezoelektrickém jevu* a náboj  $Q$ , vznikající na každé stěně, kolmé k elektrické ose, bude

$$Q = K_p \cdot F_x \quad (14)$$

Z této rovnice je vidět, že velikost nábojů, vznikajících při působení síly podél elektrické osy X, nezávisí na rozměrech krystalů. Působí-li na krystal síla  $F_y$  ve směru mechanické osy Y, vznikají náboje opět na plochách kolmých na elektrickou osu, avšak směr polarizačního vektoru je záporný a velikost náboje závisí na geometrických rozměrech krystalu. Hovoříme o tzv. *příčném piezoelektrickém jevu*. Velikost náboje  $Q$  je dána vztahem

$$Q = -K_p F_y \frac{b'}{a} \quad (15)$$

Piezoelektrický modul křemene má poměrně malou hodnotu, avšak předností křemene je lineární statická charakteristika, nepatrná závislost piezoelektrické konstanty na teplotě,



velký měřicí rozsah, který je dán mechanickou pevností krystalu a široké teplotní rozmezí (maximálně do 550 °C).

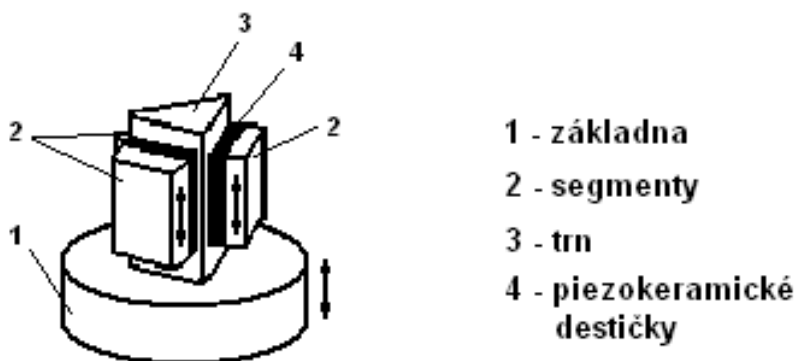
Piezoelektrický snímač je vytvořen z krystalového výbrusu, který je opatřen vodivými elektrodami. Snímač se při působení neelektrické veličiny chová jako generátor náboje. Představuje zdroj napětí s velkým vnitřním odporem, protože dielektrikum má značný izolační odpor. Náboj, vznikající při působení měřené veličiny, se převádí na napětí a dostaneme

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{K_p F_x}{C} \quad (16)$$

Výstupní napětí snímače je poměrně vysoké, k měření však není možno použít přímo ukazovacího měřicího přístroje. Mezi měřicí přístroj a snímač je nutno zařadit zesilovač s velkým vstupním odporem, jehož hlavním úkolem je impedanční přizpůsobení, méně již vlastní zesílení signálu. Běžně se využívá obvodů realizovaných s tranzistory řízenými elektrickým polem.[4]

#### Piezoelektrický snímač zrychlení

Typickým příkladem snímače tohoto typu je tzv. *delta shear* akcelerometr firmy Bruel – Kjaer na obr.2.25. K trojúhelníkovému trnu, spojenému se základnou pouzdra, jsou kovovým prstencem přes segmenty přitlačovány tři destičkové piezokeramické elementy. Seismickou hmotnost  $m$  představuje prstenec a segmenty, tuhost  $k$  tvoří piezokeramické elementy. Akcelerometr tohoto typu lze použít až do zrychlení 20 000 g, miniaturní akcelerometry pro měření na lehkých konstrukcích mají rozměry několik mm a hmotnosti asi 0,5 g. [5]



Obr.2.25 Piezoelektrický akcelerometr se smykovým namáháním



### 3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Jak vyplívá z názvu diplomové práce stěžejním problémem je sledování zdvihu jehly, konkrétně zrychlení jehly a silové účinky mezi jehlou a zámkem. Experiment probíhá na stroji popsaném v kapitole 2.2.

Celou experimentální část lze rozdělit na tři části. První část se zabývá konstrukcí a připojením snímačů pro měření. Dále budou popsány metody použité při měření a popis celého průběhu měření.

Třetí a nejdůležitější část tvoří vyhodnocení výsledků, které by měli mít formu grafů. Tyto výsledky budeme konfrontovat s vyhodnocenými daty, které jsou k dispozici na katedře KTS.

#### 3.1 Měření normálových sil

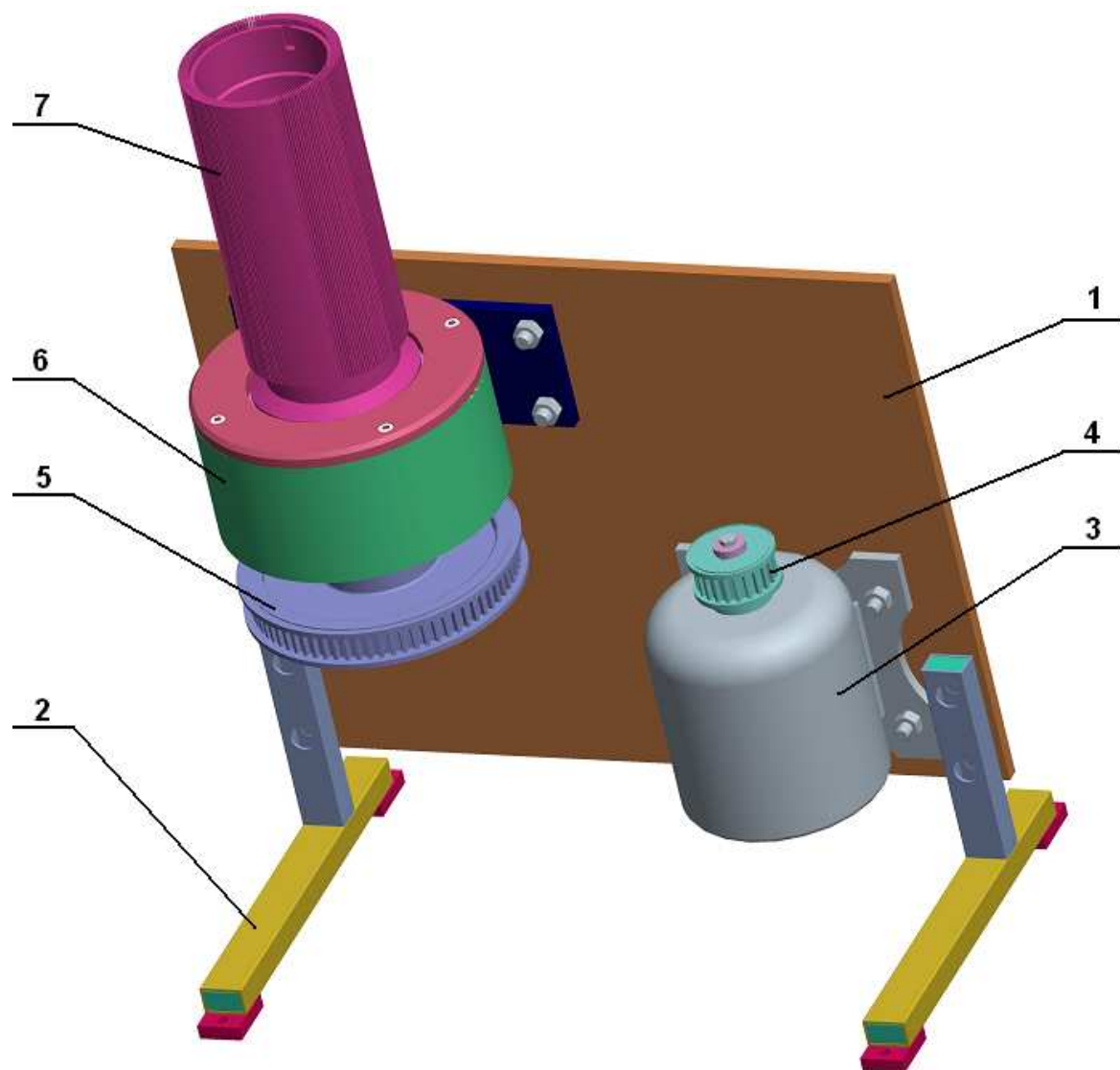
Bylo prováděno ve dvou variantách. Jednou z nich bylo prováděno na okrouhlém maloprůměrovém jednoválcovém pletacím stroji ANGE 12.2 viz. kapitola 2.2 mezi držákem pro měření normálových sil na jednoválci a kolénkem pletací jehly.

Druhou variantou bylo měření na dvouválci z pletacího stroje DERA 7, který byl experimentálně připevněn pro měření na desce. Byla zde sledována normálová síla mezi připevněným držákem pro měření normálových sil na dvouválci a kolénkem pletací platiny.

##### 3.1.1 Konstrukce pro měření na dvouválci

Konstrukce byla zkonstruována speciálně pro diplomovou práci. Bylo zapotřebí vhodně uložit jehelní dvouválec a rotačně rozpohybovat a získat tak identické parametry jako by byl součástí svého mateřského stroje DERA 7.

Jak je vidět na obr.3.20 byl použit motor typu - Skh 80 - 4A2; 0,55 kW; IEC 34-1, který zajišťoval rotační pohyb ozubených koleček. Ozubené kolečka byla přímo spřažena s ozubeným řemenem. Rotační pohyb byl tedy přenesen z ozubeného kolečka 1 na ozubené kolečko 2, které udává rotační pohyb dvouválci. Dvouválec je uložen v ložiskovém pouzdře pomocí ložisek. Platiny umístěné v horní části na dvouválci jsou sepnuty a zajištěny proti vypadnutí pomocí speciálního pera. Pohyb platin zajišťuje připevněný snímač, který stahuje platiny do zatahovací polohy a následně připevněný zvedač je dostává zpět do uzavírací polohy.



Obr.3.26 Konstrukce soustavy pro měření na dvouválci

- Popis soustavy:
- 1 ... deska
  - 2 ... nohy soustavy
  - 3 ... motor
  - 4 ... ozubené kolo 1
  - 5 ... ozubené kole 2
  - 6 ... ložiskové těleso
  - 7 ... jehelní dvouválec

Výrobní výkresy viz příloha č.1



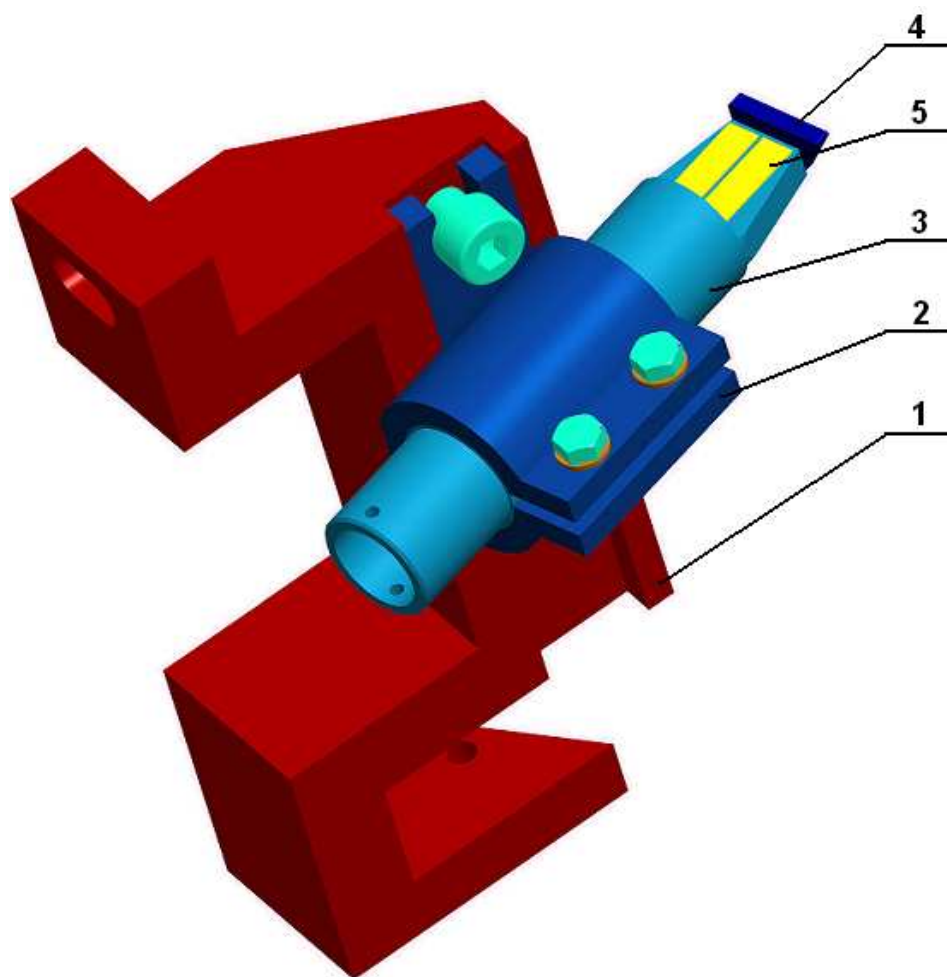
### 3.1.1 Držák pro měření normálových sil na jednoválci

Pro měření normálové složky mezi kolénkem jehly a zámkem je zapotřebí zkonstruovat držák pro uchycení snímače na měření normálových sil.

Pro přesné měření musela mít soustava držáku stejné vlastnosti jako stahovač, tedy být tuhé těleso.

#### Popis soustavy držáku

Jak je vidět z obr.3.27 k rámu byla pomocí dvou šroubů připevněna objímka v které je svěrným spojem uchycen hřídel. K nosu hřídele byla dvěma šrouby připevněna destička tak aby následně přilepené tenzometrické snímače mohly snímat síly kolmo. Destičku lze pomocí hřídele natočit do identické polohy zámků t.j.  $30^\circ$  nebo  $55^\circ$ . Na nose hřídele byly přilepeny odporové tenzometry.



Obr.3.27 Držák pro měření normálových sil na jednoválci

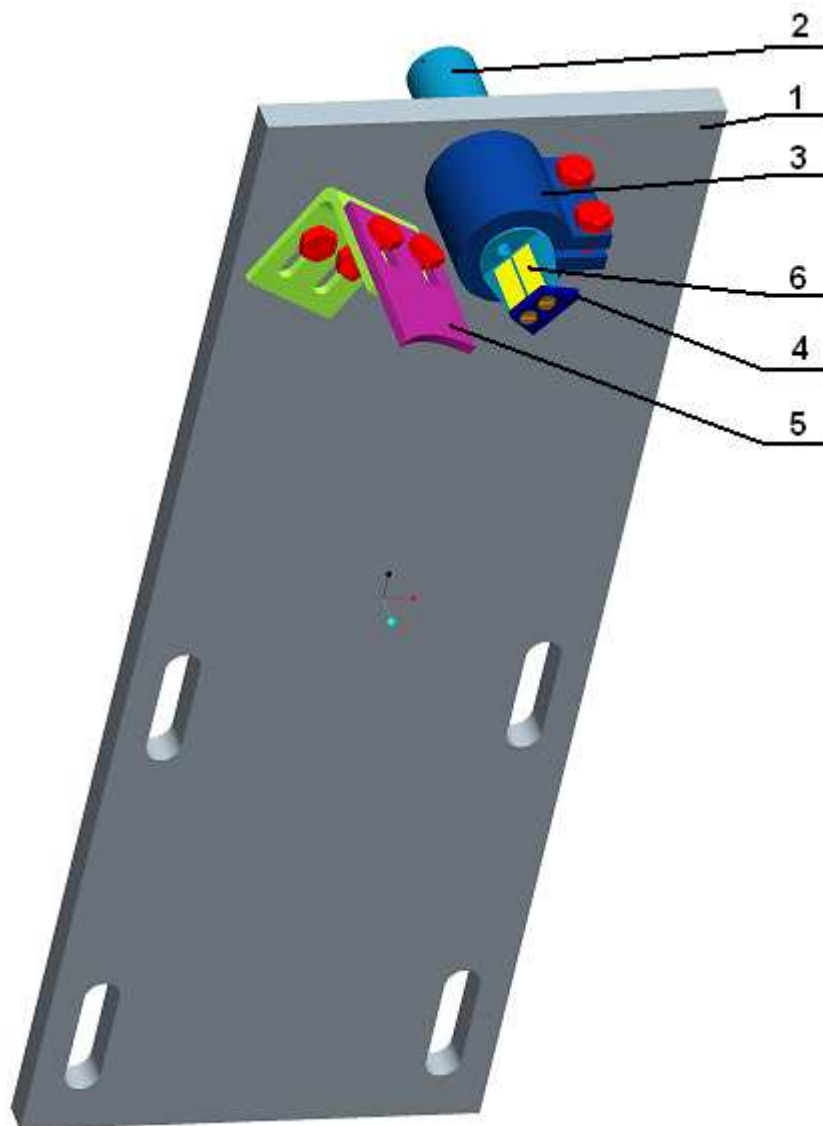
popis: 1 ... rám      2 ... objímka      3 ... hřídel      4 ... destička      5 ... tenzometry

Výrobní výkresy viz příloha č.2





### 3.1.2 Držák pro měření normálových sil na dvouválci



Obr.3.28 *Držák pro měření normálových sil na dvouválci*

- popis:
- 1 ... deska
  - 2 ... hřídel
  - 3 ... objímka
  - 4 ... destička
  - 5 ... zvedač
  - 6 ... stahovač (nos hřídele s připojenou destičkou)

Výrobní výkresy viz příloha č.3



### 3.1.3 Zapojení tenzometrů

Tenzometry jsou zapojeny identicky pro držák pro měření normálových sil na jednoválci i dvouválci.

*Čtveřice snímačů – celý most – ohyb*

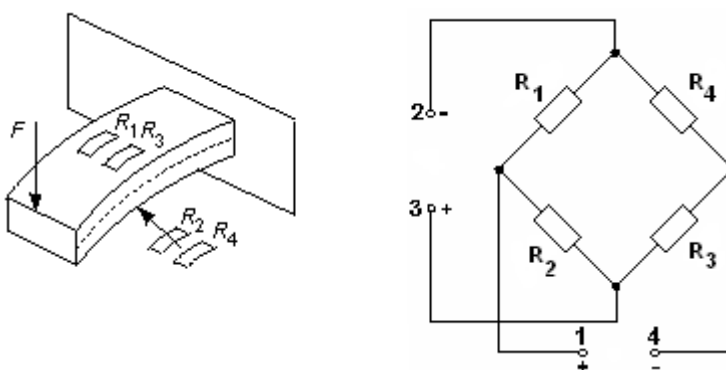
Výsledkem je čtyřnásobkem měřicího napětí pro jeden snímač, a to je také maximální citlivost mostu. Všechny čtyři snímače jsou měřicí a všechny jsou kompenzační.

Tímto zapojením se vylučuje z výsledku tahová složka. Tah způsobuje ve všech snímačích změnu odporu stejné velikosti a stejného znaménka. Podobně jako složka tepelná se tedy vyruší.[3]

$$R_1 = R_3 = R + \Delta R + \Delta R_t \quad (17)$$

$$R_2 = R_4 = R - \Delta R + \Delta R_t \quad (18)$$

$$U_m = U_n \frac{R_1 \cdot R_3 - R_2 \cdot R_4}{(R_1 + R_2) \cdot (R_3 + R_4)} = \frac{U_n}{2} \cdot \frac{\Delta R}{R} \quad (19)$$



Obr.3.29 Čtyři snímače měřicí i kompenzační – celý mostu – ohyb

### Blokové schéma pro měření normálových sil na jednoválci a dvouválci

Celý přenos měřené veličiny od nárazu kolénka do destičky až po grafické znázornění v počítači lze zapsat blokovými schématy obr.3.30.



Obr.3.30 Blokové schéma pro měření normálových sil



popis:

1... tenzometry – TENZOMETR s odporem  $R = 120\ \Omega$

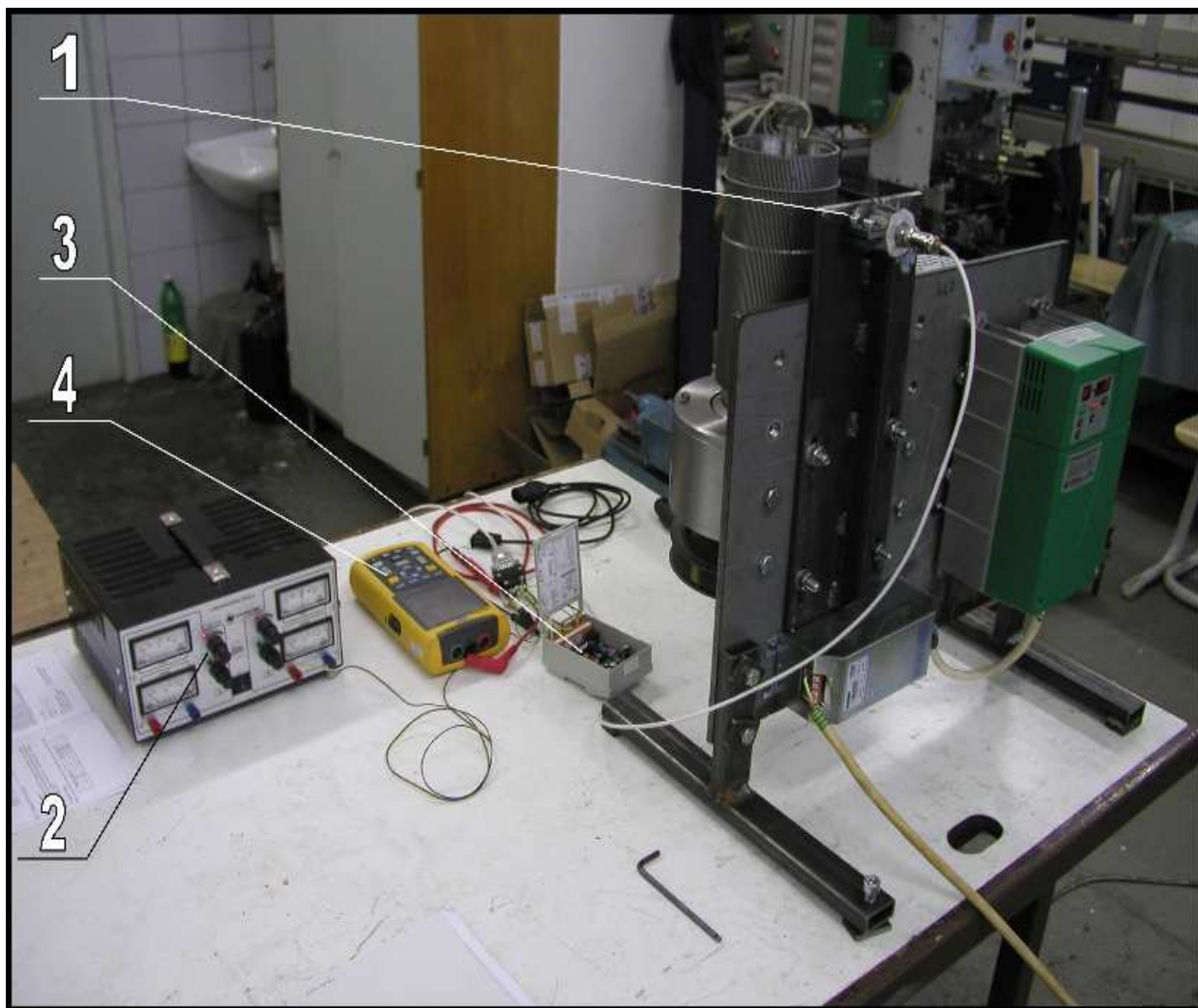
1 ... Wheatsonův můstek – 4 tenzometry, celý most

2 ... Laboratorní zdroj – TYP 2229, STATRON

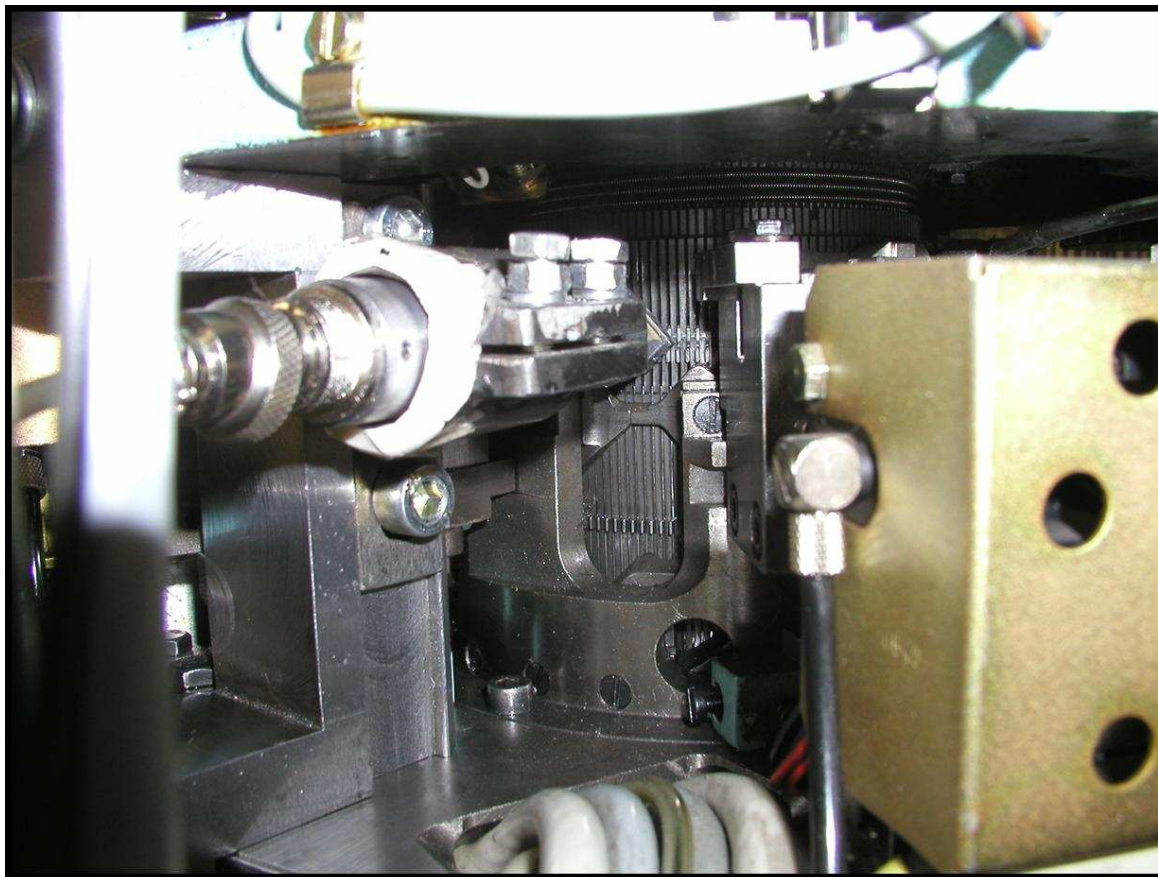
3 ... Zesilovač – Zesilovač pro tenzometrický můstek, HBM clip AE101

4 ... Osciloskop – Servisní osciloskop FLUKE 123

Notebook – přenosný PC + program



Obr 3.31 Fotografické znázornění blokového schématu pro dvouválec



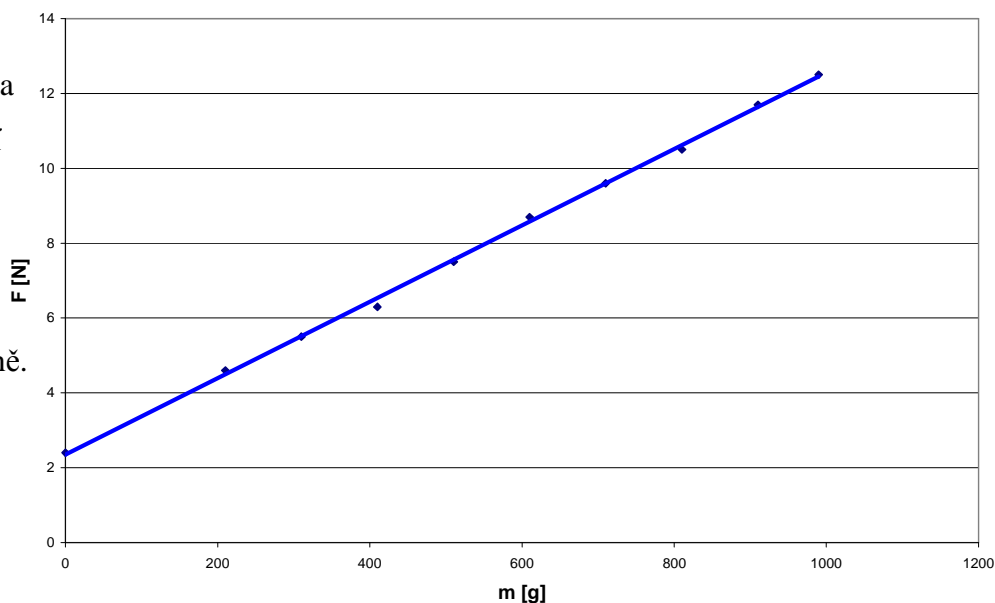
Obr 3.32 Fotografické znázornění měřeného místa pro jednoválec

### Cejchovní křivka

Cejchování bylo prováděno pomocí přeného závaží které bylo přiváděno kolmo na destičku. Využili jsme zde gravitačního zákona, kde závaží bylo v rozsahu 0-990g a na sběrné

stanici byla odpovídající síla.

Cejchovní křivka vyšla lineárně.



Obr.3.33 Cejchovní křivka



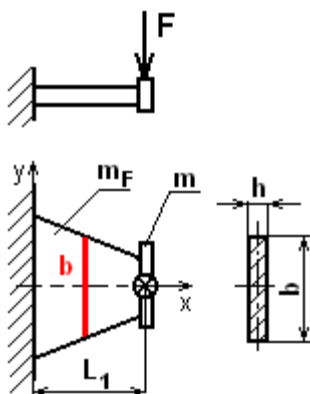
### 3.1.4 Vlastní frekvence snímače

Pro přesnost měřených veličin na snímači bylo zapotřebí zjistit vlastní frekvenci soustavy držáku. Pro jednoduchost řešení jsme se omezili na nos hřídele, kde průřez byl nelineární.

Vlastní frekvence byla určena pomocí těchto metod

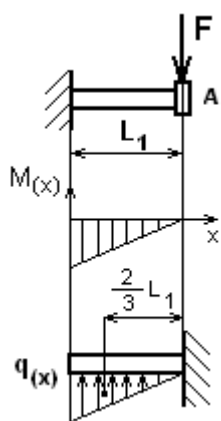
I, výpočtem

Nejprve určíme průhyb nosníku dle Moohrovy metody. Nos hřídele uvažujeme jako vetknutý nosník zatížený na konci silou (obr.3.34). Pro nelinearitu průřezu je výpočet dále zjednodušen na střední hodnotu průřezu.



$$\begin{aligned} \text{kde } m &= 0,0168 \text{ kg} & b &= 0,018 \text{ m} \\ m_F &= 0,004 \text{ kg} & h &= 0,006 \text{ m} \\ E &= 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa} & L_1 &= 0,021 \text{ m} \end{aligned}$$

Obr.3.35 Nos hřídele jako vetknutý nosník



Pro tento nosník dostáváme průběh ohybového momentu  $M_{(x)}$ . Následně vytvoření fiktivního nosníku, který je otočně uložen v pravé podpoře, levý konec bude volný. Nosník je namáhán momentovou plochou  $M_{(x)}$  jako spojitě zatížení  $\bar{q}_{(x)}$ . Následuje vyšetření ohybového momentu  $\bar{M}_{(x)}$  v fiktivním nosníku. Pravou a levou část podělíme ohybovou tuhostí  $EJ_y$  [ $Nm^2$ ] a dostaneme průhyb  $w_{(x)}$  [ $m$ ].

Obr.3.35. Skutečný a fiktivní nosník

Pro skutečný a fiktivní nosník platí podle [6]:

$$\begin{aligned} \text{skutečný nosník} & \leftrightarrow \text{fiktivní nosník} \\ EJ_y w_{(x)} & \leftrightarrow \bar{M}_{(x)} \end{aligned} \quad (20)$$

$$M_{(x)} \leftrightarrow \bar{q}_{(x)} \quad (21)$$

Lze tedy psát rovnice rovnováhy pro místo A:

$$\text{skutečný nosník: } M_{(L1)} = F \cdot L_1 \quad (22)$$



fiktivní nosník:

$$\overline{M}_{(L1)} = \frac{F \cdot L_1 \cdot L_1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot L_1 \quad (23)$$

Po dosazení do vztahu (20) lze tedy napsat rovnici průhybu v místě A

$$w_{(L1)} = \frac{F \cdot L_1^3}{3 \cdot E \cdot J_y} \quad (24)$$

Rovnici průhybu lze napsat jako podíl posouvajících sil  $F$  k tuhosti  $c$ .

$$w = \frac{F}{c} \quad (25)$$

Po dosazení rovnice (24) je tuhost rovna

$$c = \frac{3 \cdot E \cdot J_y}{L_1^3} \quad (26)$$

kde polární moment setrvačnosti  $J_y$  pro obdélníkový průřez je roven

$$J_y = \frac{1}{12} b \cdot h^3 \quad (27)$$

Pro výpočet vlastní frekvence soustavy nosu hřídele s destičkou z obr.2.23 lze použít známý vzorec

$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m + \frac{33}{140} m_F}} \quad (28)$$

vlastní frekvence je po úpravě rovna

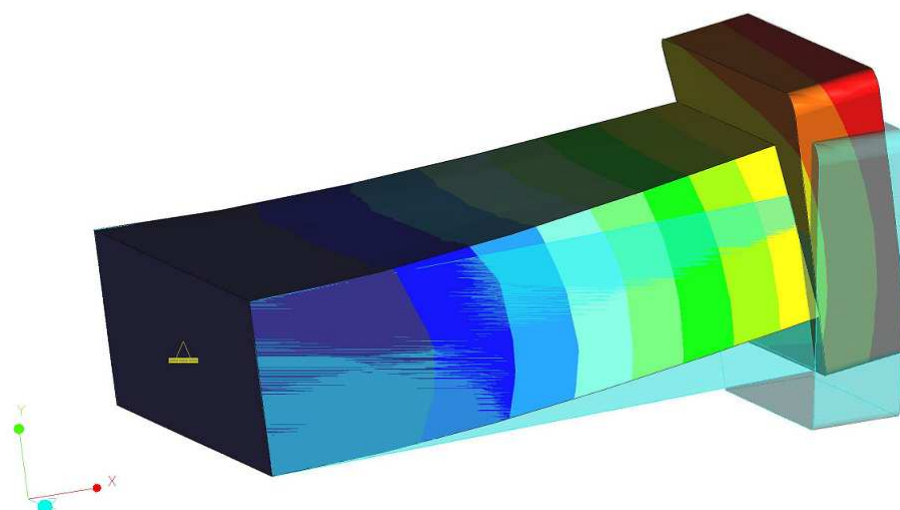
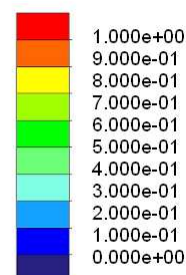
$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{\frac{1}{4} \cdot \frac{E \cdot b \cdot h^3}{L_1^3}}{m + \frac{33}{140} m_F}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{\frac{1}{4} \cdot \frac{2,1 \cdot 10^{11} \cdot 0,021 \cdot 0,006^3}{0,021^3}}{0,004 + \frac{33}{140} \cdot 0,0168}} = 8367 \text{ Hz} \quad (29)$$

## II, Modelem v programu Pro Engineer - Pro mechanica

Byl namodelován nos hřídele s destičkou a proveden výpočet pomocí softwaru. Z obr 3.36 je vidět že vlastní první frekvence je 8720 Hz, což je od výpočtu odlišné o 4,2 %.



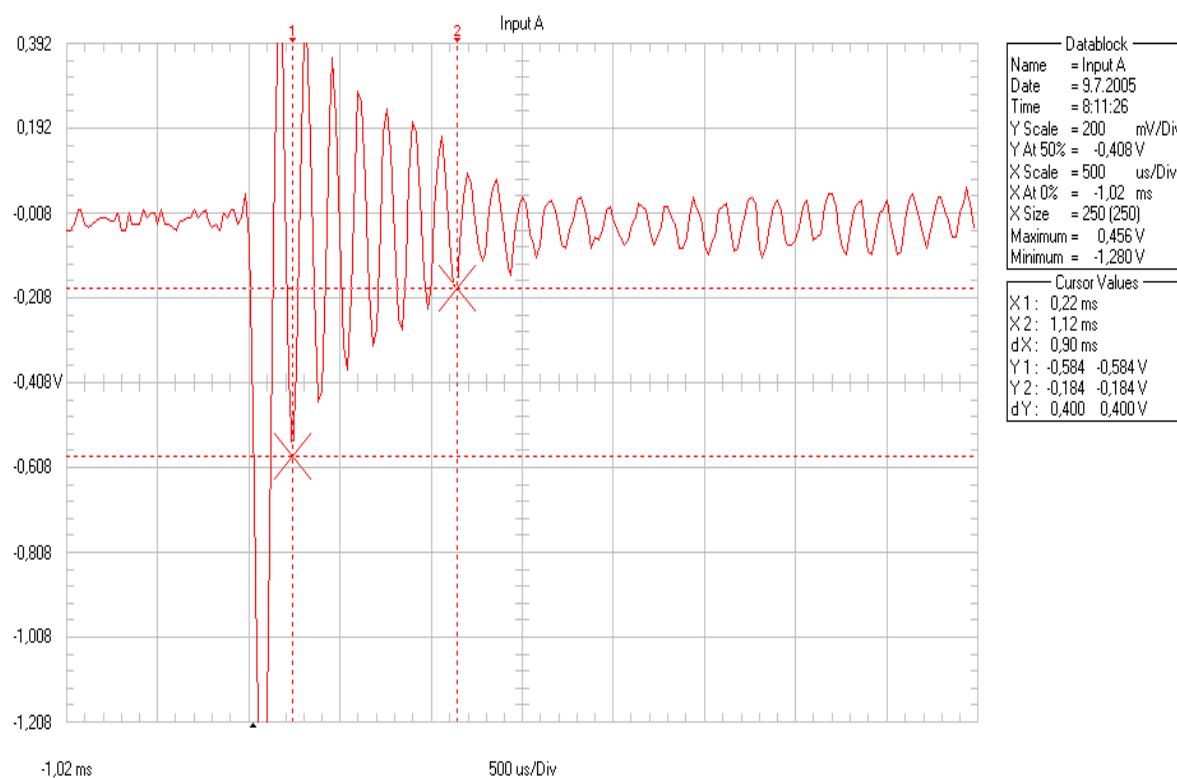
Displacement Mag (WCS)  
(mm)  
Deformed  
Max Disp +1.000E+00  
Scale 2.3678E+00  
Mode 1. +8.720E+03



Obr.3.36 Analýza modelu – vlastní frekvence

### III, Experimentálním měřením

Hřídel byl upnut do svěracího zařízení a po klepnutí na destičku která je upevněna na nosu hřídele byla zjištěna grafická závislost obr.3.37.



Obr. 3.37 Grafické znázornění vybuzených kmitů na nosu hřídele





Po odečtení doby kmitu lze jednoznačně zjistit vlastní frekvenci ze známého vztahu

$$f = \frac{1}{T} \quad (30)$$

Pro úsek vymezený svislicemi na časové ose je doba mezi sedmi kmity dána v tabulce hodnotou  $dX = 0,90$  ms.

Doba jednoho kmitu je rovna jak je uvedeno ve vztahu (31)

$$T = \frac{dX}{7} = 0,000128 \text{ s} \quad (31)$$

Pak je vlastní frekvence  $f = 7777 \text{ Hz}$

Budeme-li brát v úvahu všechny tyto hodnoty vlastní frekvence, které se jsou řádově v intervalu  $f = 8000 \text{ Hz}$ , stále se pohybujeme mimo měřený rozsah.

### 3.1.5 Vlastní měření normálových sil

Bylo provedeno na výše zmiňovaných strojích pro různé rychlosti a sklony destičky která zde představuje stahovač pletacího zámku. Následné vyhodnocení je v kapitole 3.3.

#### měření normálových sil na jednoválci

Měřilo se při naklonění destičky  $30^\circ$  až  $55^\circ$  a pro rozdílné rychlosti jednoválce (87 – 261 ot/min). Byla použita pouze jedna pletací jehla s jednou výškou kolénka a uložena pouze v jedné drážce, předpružená dle výrobce. Pro snížení tření byla drážka naolejovaná dle provozu stroje. Při vlastním měření byla kolénka pomocí destičky stahována do zatahovací polohy. Zvedač byl tvořen zámkem, který byl v místě měření.

#### měření normálových sil na dvouválci

Měřilo se při naklonění destičky  $30^\circ$  až  $55^\circ$  a pro rozdílné rychlosti dvouválce (87 – 261 ot/min). Byla použita pouze jedna platina s jednou výškou kolénka a uložena pouze v jedné drážce, předpružená dle výrobce. Pro snížení tření byla drážka naolejovaná. Zvedač byl potřen vazelínou pro jednodušší pohyb kolénka zpět do požadované výšky.





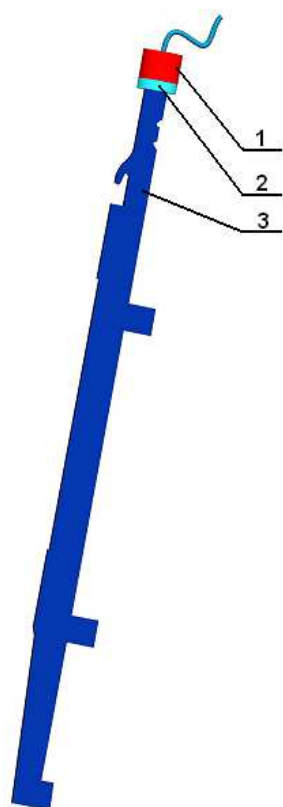
### 3.2 Měření zrychlení jehly a platiny

Bylo zde sledováno zrychlení za pomoci piezoelektrického snímače na pletací jehle a v druhé variantě zrychlení pomocné platiny.

Měření bylo prováděno na dvouválci viz. kapitola 3.1.1. Zde bylo zapotřebí zkonstruovat držák pro připevnění snímače na špičku pomocné platiny.

#### 3.2.1 Držák pro měření na dvouválci

Pro měření zrychlení na pomocné pletací pletině platí stejné pravidla jako pro měření na pletací jehle tedy aby držák se snímačem byly co nejlehčí. Zkonstruovaný držák je popsán na obr.3.38 kde na špičku platiny je přilepena destička na kterou je přilepen piezoelektrický snímač zrychlení.

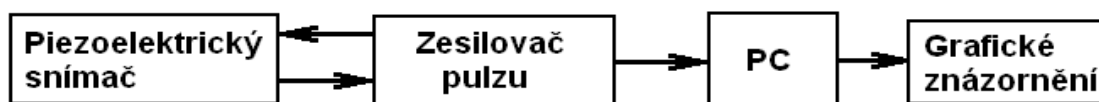


- 1 ... piezoelektrický snímač
- 2 ... destička
- 3 ... upravená pomocná pletací platina

Obr.3.38 Sestava držáku pro měření na dvouválci

#### Blokové schéma pro měření normálových sil na jednoválci a dvouválci

Celý přenos měřené veličiny při pohybu jehly do zatahovací polohy až po grafické znázornění v počítači lze zapsat blokovými schématy obr.3.39.



Obr.3.39 *Blokové schéma pro měření zrychlení pletací jehly a platiny*

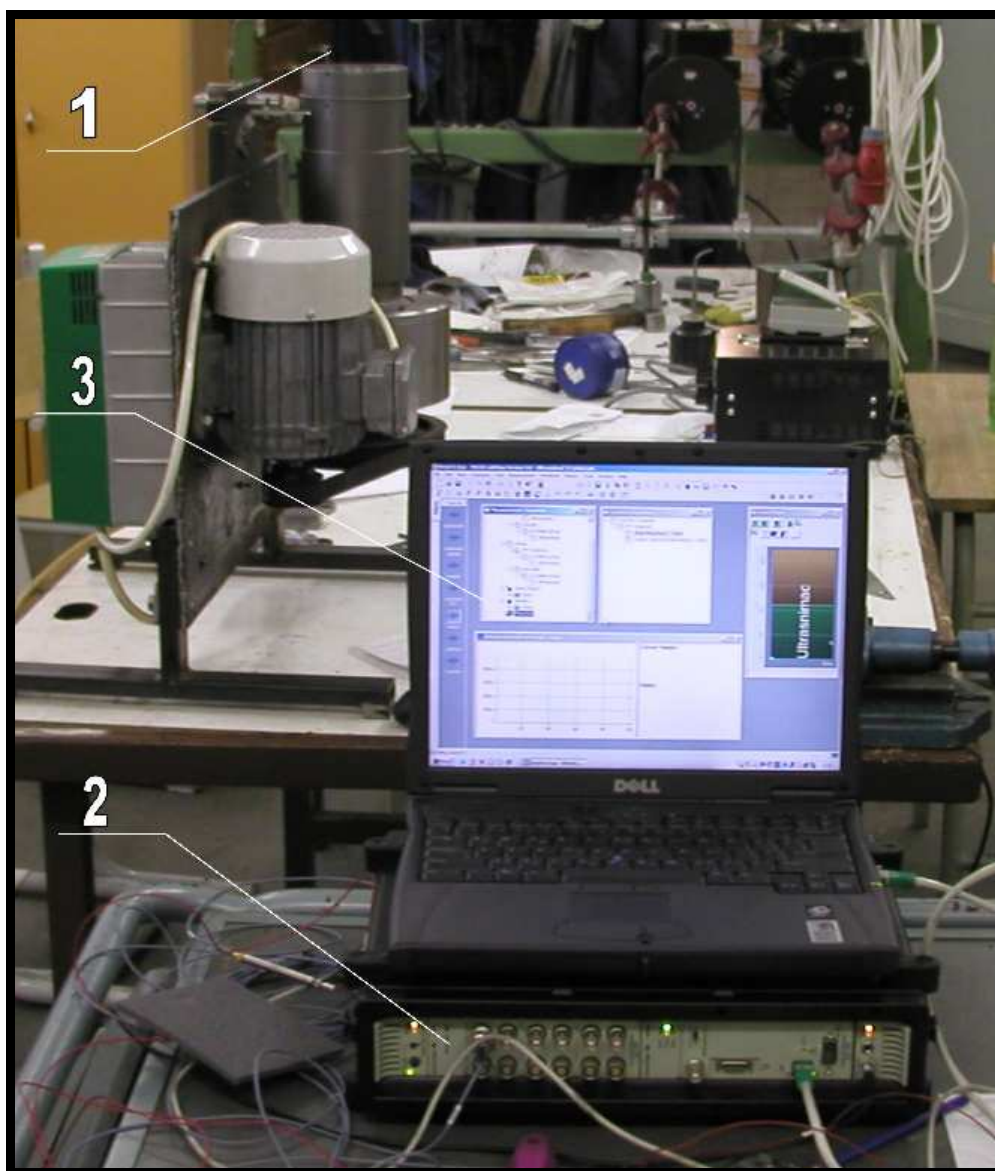
popis:

Piezoelektrický snímač – piezoelektrický akcelerometer Model 22 Type P-8

Zesilovač – Analyzátor pulse, Modulární modul – vstup čtyřkanálový Typ 3039

výstup modul 7336

PC – přenosní PC + program na vyhodnocení grafů



Obr 3.40 *Fotografické znázornění blokového schématu*



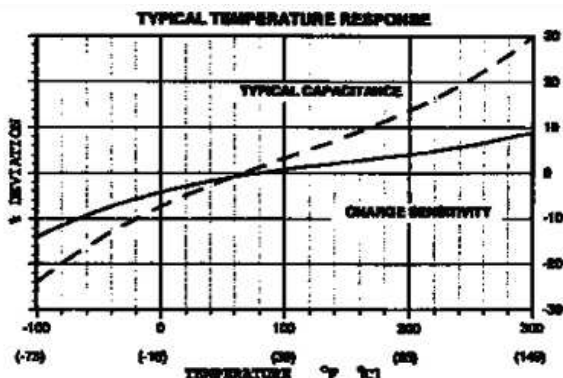
### 3.2.2 Snímač pro měření zrychlení

Princip piezoelektrického děje je podrobně popsán a vysvětlen v kapitole 2.5.4.

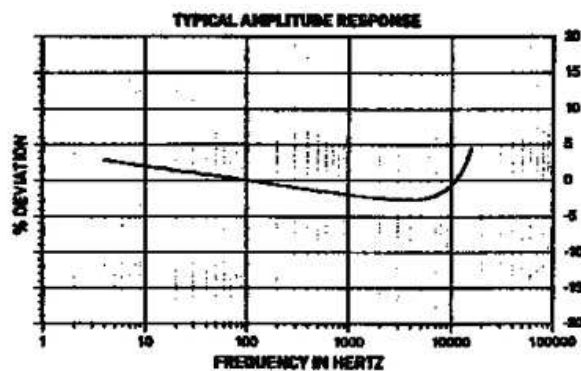
Použili jsme piezoelektrický akcelerometer Model 22 Type P-8, který je vidět na obr.2.41. Hmotnost snímače je 0,14 gramů, citlivostní rozsah snímače je 20 Hz až 10 kHz. Přepočet náboje je 0,40 pC/g, kde g je gravitační zrychlení.



Obr.2.41 Piezoelektrický akcelerometr



Obr.2.42



Obr. 2.43

Na obrázku 2.42 je vidět závislost snímače na teplotní odezvu. Z druhém obrázku 2.43 lze vyčíst citlivostní charakteristiku v závislosti na frekvenci pulzů.

### 3.2.3 Vlastní měření zrychlení

Bylo provedeno na výše zmiňovaných stroji pro různé rychlosti a sklony destičky která zde představuje stahovač pletacího zámku. Následné vyhodnocení je v kapitole 3.3.

#### Měření zrychlení pletací platiny na dvouválci

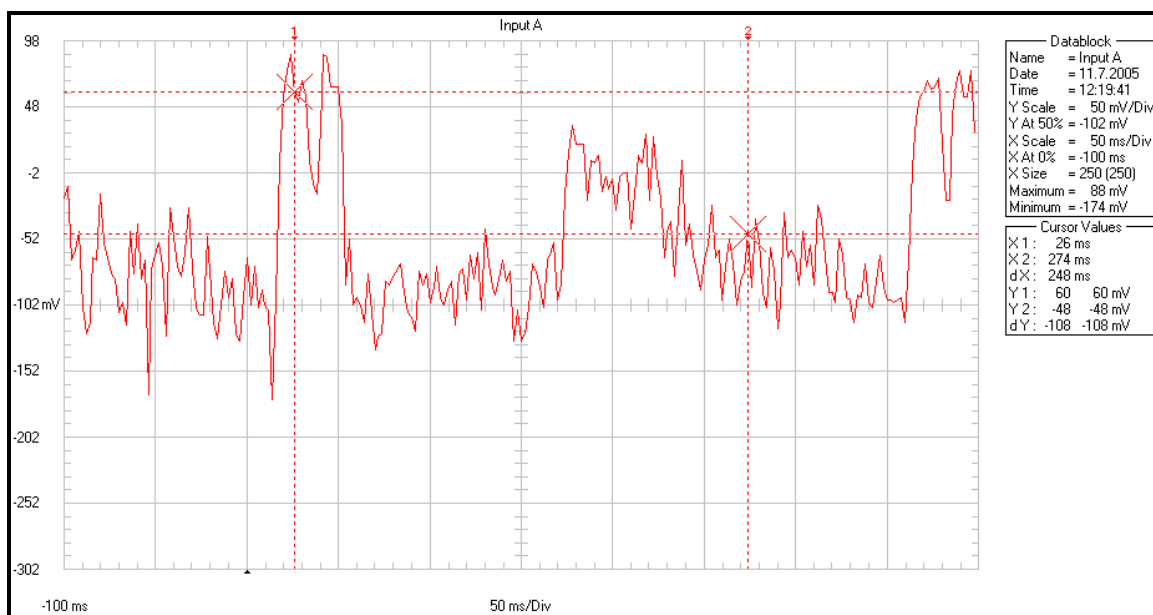
Měřilo se při naklonění destičky 30° až 55° a pro rozdílné rychlosti dvouválce (87 – 261 ot/min). Byla použita pouze jedna platina s jednou výškou kolénka a uložena pouze v jedné drážce, předpružená dle výrobce. Pro snížení tření byla drážka naolejovaná. Zvedač byl potřen vazelínou pro jednodušší pohyb kolénka zpět do požadované výšky.



### 3.3 Vyhodnocení výsledků a jejich diskuze

#### 3.3.1 Normálové síly pletací jehly

Výsledky byly zpracovány v programu a převedeny do podoby obrázku pomocí Photoshopu. Pro ilustraci je zde uveden graf, který lze vidět na obr.2.44 pro sklon stahovače  $30^\circ$ , otáčky dvouválce 173 ot/min. Z grafu je vidět první zákmit který představuje náraz kolínka platiny do destičky která představuje stahovač zámku. Druhý zákmit je vidět při opouštění destičky. Ostatní grafy jsou uvedeny v příloze č.1.

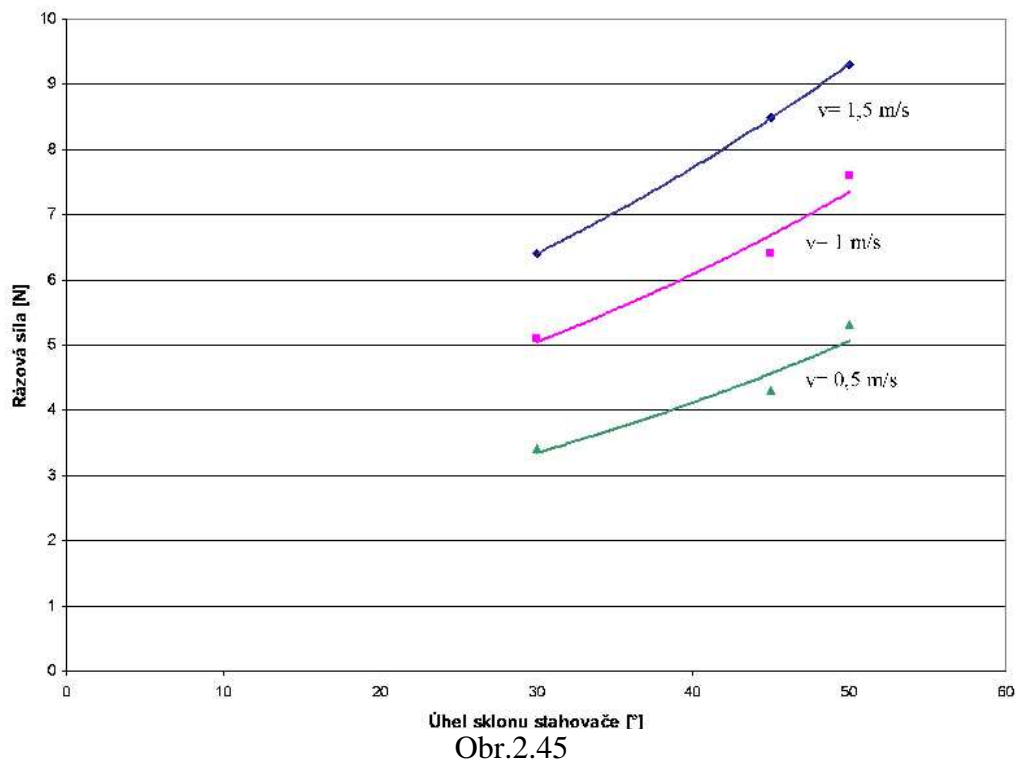


Obr.2.44

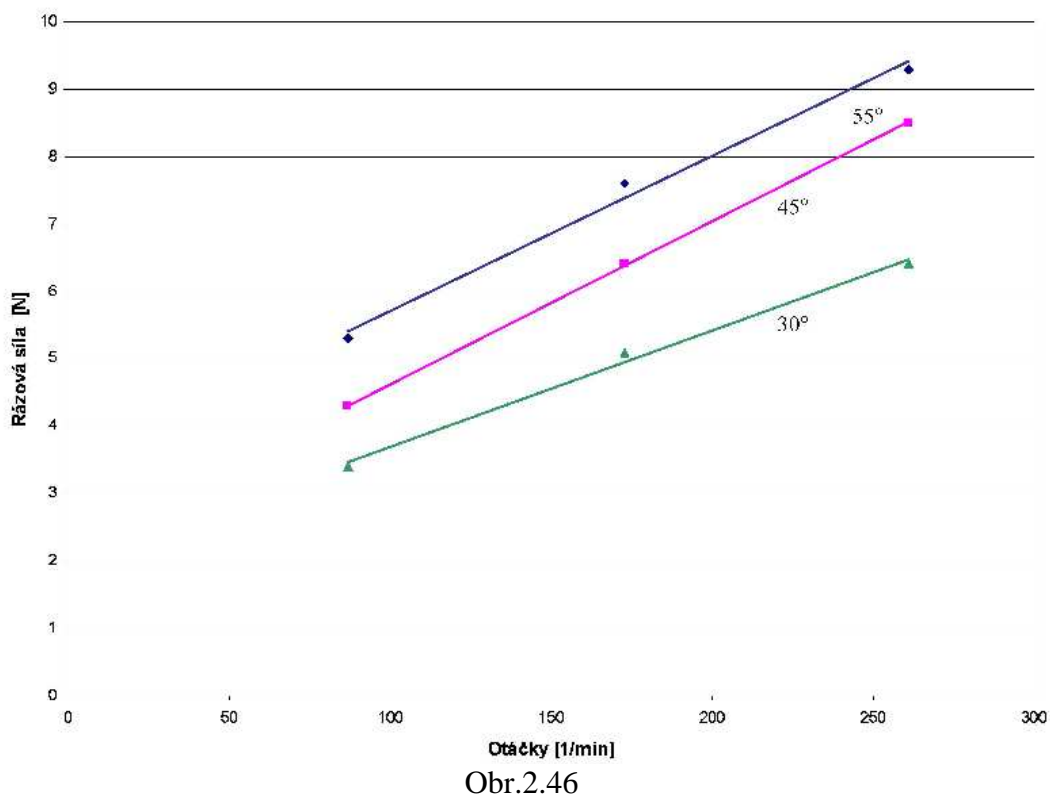
Přepočítání normálové síly je dán dle cejchu, který byl proveden. Výsledky normálových sil byly přepočteny a zapsány do tabulky

otáčky jednoválce [ot/min]	30°	45°	55°
	N [N]	N [N]	N [N]
87	3,4	4,3	5,3
173	5,1	6,4	7,6
261	6,4	8,5	9,3

Z obr.2.45 je uvedena závislost rázové síly na úhlu zámku při rychlostech  $v = 0,5$ ; 1 a 1,5. Měření bylo prováděno na jednoválcovém lůžku a destička fungovala jako stahovač zámku. Z grafu je patrný exponenciální nárůst síly z úhlem.



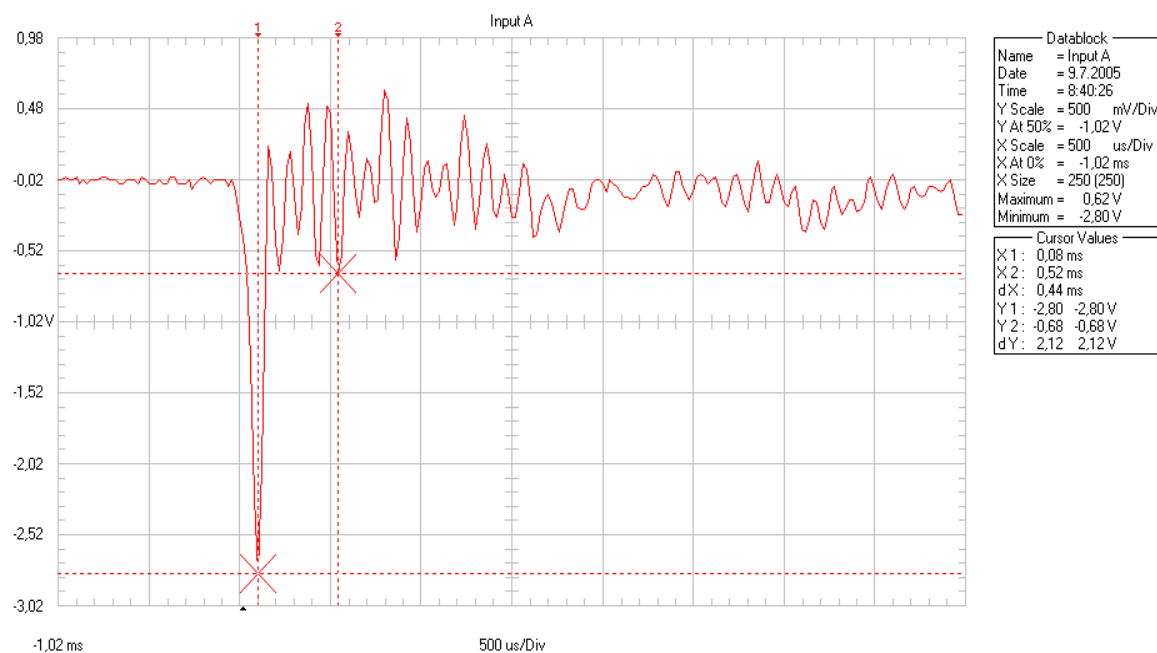
U následného obr.2.46 obrázku je závislost rázové síly se vzrůstajícími otáčkami přímkovitého charakteru. Jedná se tedy o závislost rázové síly na otáčkách jednoválce při úhlech stahovače 30°, 45° a 55°.





### 3.3.2 Normálové síly pletací platiny

Na obr.2.47 je znázorněno jedno měření při kterém naráží kolénko platiny na destičku která zde prezentuje stahovač zámku s úhlem  $30^\circ$  při otáčkách jednoválce 261 ot/min. Pak následují kmity při posunu kolínka po destičce až po její opuštění. Ostatní grafy jsou uvedeny v příloze č.2.



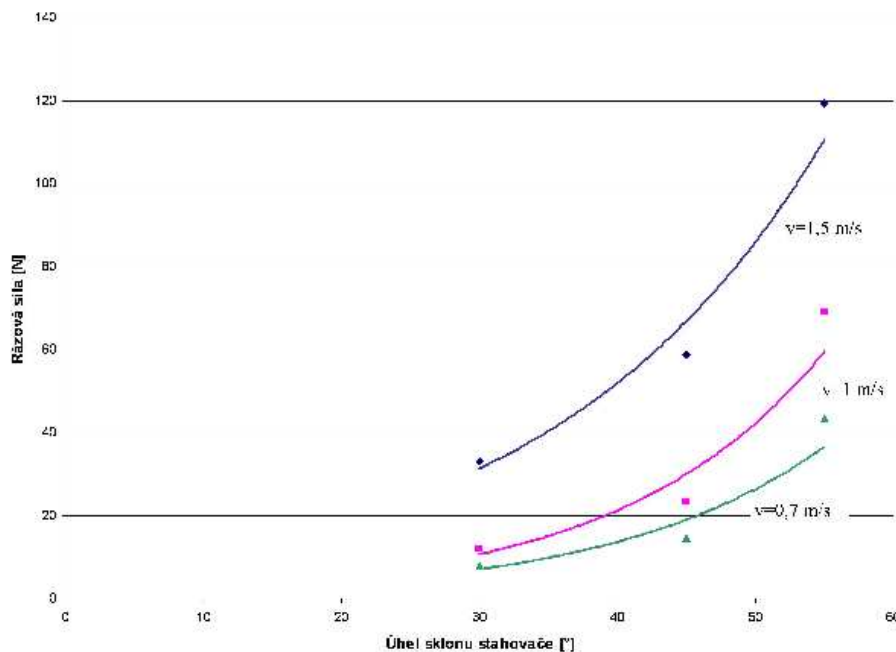
Obr.2.47

Stejným postup byl zvolen i u vyhodnocování sil na dvouválci. Výsledky normálových sil byly přepočteny a zapsány do tabulky. V tabulce je i sloupec pro odečet vlastní frekvence celé soustavy snímače.

otáčky dvouválce [ot/min]	55°		45°		30°	
	N [N]	f [Hz]	N [N]	f [Hz]	N [N]	f [Hz]
87	27,65	7812	5,2	8928	6,99	10666
105	36,19	6382	13,8	9523	7,17	9259
122	43,3	7894	14,5	9677	8	9615
139	52,9	8695	19,4	9210	9,7	9259
157	58,9	8928	27,3	8620	10,6	9433
173	69,1	8928	23,5	8620	11,9	8802
191	83,6	8928	33,1	8163	19,2	8928
208	87,1	8928	40,9	9210	25,9	8928
225	99	8928	45,2	9210	27,3	8928
243	108,4	8928	53,7	9210	31,4	8928
261	119,5	9090	58,9	9210	33,1	9090

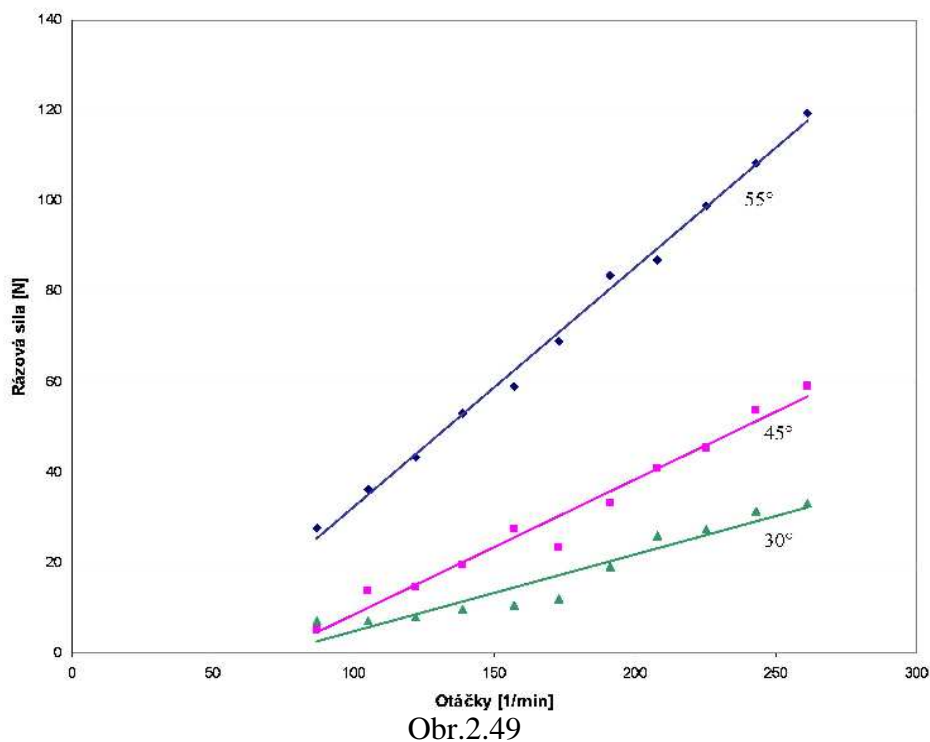


Z obr.2.48 je uvedena závislost rázové síly na úhlu zámku při rychlostech  $v = 0,7, 1, 1,5$  m/s. Měření bylo prováděno na jednoválcovém lůžku a destička fungovala jako stahovač zámku. Z grafu je patrný exponenciální nárůst síly z úhlem.



Obr.2.48

U následného obrázku obr.2.49 je závislost rázové síly se vzrůstajícími otáčkami přímkovitého charakteru. Jedná se tedy o závislost rázové síly na otáčkách jednoválce při úhlech stahovače  $30^\circ, 45^\circ$  a  $55^\circ$ .

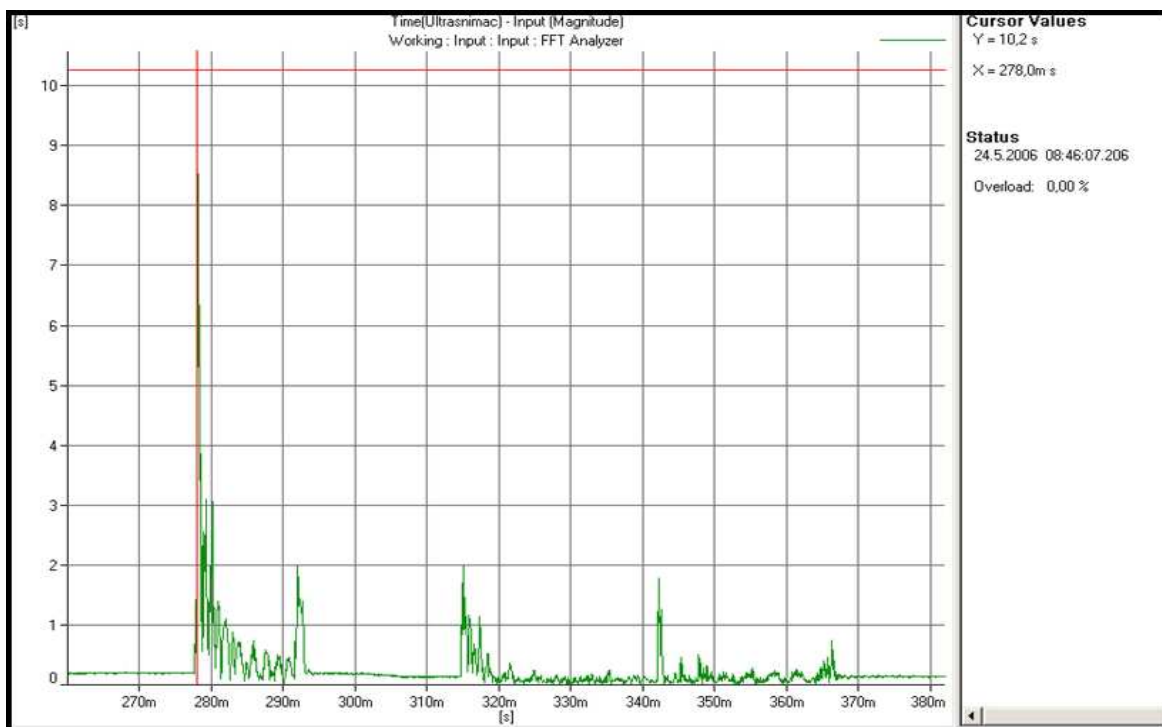


Obr.2.49



### 3.3.3 Zrychlení pletací platiny

Z grafu na obr.2.50 je vidět první zákmit který představuje náraz kolínka platiny do destičky. Hodnota Y je zaznamenána v pravém horním rohu. Druhý zákmit je vidět při opouštění destičky, pak následuje relativní klid až po náraz do zvedače který je graficky prezentován jako další zákmit. Pro ilustraci je zde uveden graf pro sklon stahovače 50°, otáčky dvouválce 173 ot/min. Ostatní grafy jsou uvedeny v příloze č.3



Obr.2.50

Přepočet zrychlení je dán dle výrobce piezoelektrického snímače. Výsledná hodnota

zrychlení byla přepočtena pomocí vztahu  $a = \frac{Y}{0,04} [m \cdot s^{-2}]$  a zapsaná do tabulky.

sklon otáčky [ot/min]	30°	45°	50°	55°
87	75	237,75	255	295
173	277,5	815	825	870
261	615	1340	1485	1525





## Diskuze

Z výsledku měření vyplynulo že velikost normálové síly při ustáleném pohybu jehly po přímkovém zámku závisí na obvodové rychlosti stroje (otáčkách válce) a na úhlu zámku viz. obr. 2.46 a 2.49.

Souběžně s mojí diplomovou prací byl řešen teoretický model uvedené problematiky. Teoretickým modelem měla být analyzována dynamika soustavy jehelní válec - platina. V tabulce jsou shrnuty vybrané hodnoty zrychlení, rázových sil, které vzešli s teoretického modelu K.Kaňkové. Simulace byla provedena jen pro jedny otáčky válce (350 ot/min).

Je možné konstatovat, že síly se výrazně mění při změně sklopení zámku. Námi realizované měření potvrdila tento závěr, charakter změny velikosti rázové síly se u teoretického modelu shoduje s experimentem.

$C_{KZ} (N \cdot m^{-1})$	$a (m \cdot s^{-2})$		$y_2 - y (mm)$		$N [N]$	
	$30^\circ$	$55^\circ$	$30^\circ$	$55^\circ$	$30^\circ$	$55^\circ$
$3,5 \cdot 10^4$	2800	2600	0,38	0,85	13,3	29,75
$2 \cdot 10^4$	2000	1800	0,42	1	8,4	20
$1 \cdot 10^4$	1280	1300	0,6	1,38	6	13,8

Vliv na tyto hodnoty lze vidět ve více bodech:

1. simulace a experiment proběhly při různých otáčkách válce.
2. měření proběhlo s určitou chybou měření díky zašumění
3. simulace proběhla při různých tuhostech, zatímco při experimentu nebylo měření tuhosti předmětem zkoumání a proto se nezjišťovalo (tuhost byla konstantní)
4. koeficient tření při měření nebyl zjišťován ale uvažovali jsme ho rovný 0,1, simulace byla provedena pro tento koeficient tření. Odchylna hodnot mohla vzniknout i touto úvahou.
5. poslední možností je i to že model neuvažuje všechny děje probíhající při nárazu kolénka na zámek.



## 4. ZÁVĚR

V oblasti navrhování strojních součástí je vhodné poznat jako se daná součást chová při zatížení. Úlohou správného navrhnutí součástky (stroje, zařízení) je nalezení takového uspořádání a takového tvaru, aby byl chod optimální a součásti se neopotřebovávají víc jako je to nutné.

Výzkum, kterým se zabývala tato práce může směřovat k navrhnutí právě takovýchto optimálních součástí. Je nutné však podotknout, že pro ty správné výsledky bude muset být uděláno ještě hodně měření.

V dnešním navrhování má neodmyslitelnou úlohu i modelování chování se součástí při zatížení. To sice nebylo předmětem této práce, ale byli k dispozici hodnoty získané ze simulace. Zhruba je možné prohlásit že výstupné hodnoty z modelu a hodnoty získané měřením se svým charakterem změny velikosti rázové síly shoduje s experimentem. Na konec je nutné jen připomenout unikátnost této práce a provedených měření, která ještě nejsou v odborných kruzích běžně používána. V rámci diplomové práce byl zkonstruován nový typ držáku pro snímání rázových sil s vlastní frekvencí kolem 8 kHz , který lze uchytit na pletací stroj. Byla zde navržena metodika měření a vyhodnocování pro různé rychlosti a sklony zámku.



## 5. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] KOPAL, J.: Pletařské, proplétací a splétací stroje 1.část, [skriptum], TUL v Liberci, 2003
- [2] KOVÁŘ, R., DRÄGEROVÁ, E.: Technologie I., 3.část, Technologie pletení a proplétání, [skriptum], TUL v Liberci, 1985
- [3] NĚMEC, J.: Odporové tenzometry v praxi, Praha:SNTL,1967
- [4] [online] [citováno 1.duben 2006] <http://uprt.vscht.cz/ucebnice/mrt/F4/F4k42-tlak.htm>
- [5] ĎAĎO, S., KREIDL, M.: Senzory a měřicí obvody, [skriptum], ČVUT Praha, 1999
- [6] HÖSCHL, C.: Pružnost a pevnost I., [skriptum], Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1985
- [7] [online] [citováno 1.duben 2006] <http://skripta.ft.vslib.cz/data/2003-01-14/10-15-04.pdf>
- [8] KOPAL, J.: Pletařské, proplétací a splétací stroje 2.část, [skriptum], TUL v Liberci, plánované vydání 2007

## **PŘÍLOHY DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Seznam příloh:

Příloha č.1 – jednoválec - grafy normálových sil pro úhel stahovače 30°, 45° a 55°

Příloha č.2 – dvouválec - grafy normálových sil pro úhel stahovače 30°, 45° a 55°

Příloha č.3 – dvouválec - grafy zrychlení pro úhel stahovače 30°, 45°, 50° a 55°

Příloha č.4

<b>název přílohy</b>	<b>název výkresu</b>	<b>číslo výkresu</b>
konstrukce	KONSTRUKCE	KTS-A3-S00
sestava_deska	SESTAVA_DESKA	KTS-A3-S01
sestava_rám	SESTAVA_RAM	KTS-A3-S02
víčko	VICKO	KTS-A4-01
vložka	VLOZKA	KTS-A4-02
čep	CEP	KTS-A3-03
podložka 2	PODLOZKA_2	KTS-A4-04
podložka 1	PODLOZKA_1	KTS-A4-05
rozpěrná trubka	ROZPERNA_TRUBKA_1	KTS-A4-06
kusovník I	kusovník-konstrukce	KTS-A3-S00
kusovník II	kusovník-ses_deska	KTS-A3-S01

Příloha č.5

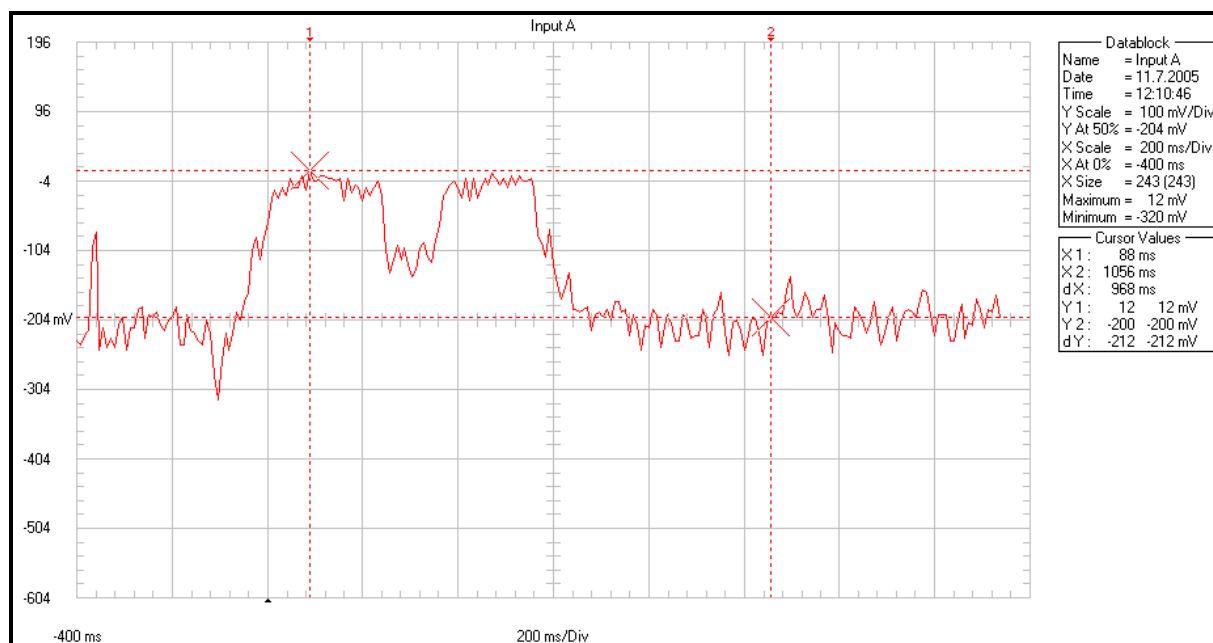
<b>název přílohy</b>	<b>název výkresu</b>	<b>číslo výkresu</b>
rám	RAM	KTS-A2-001-01
objímka	OBJIMKA	KTS-A4-001-02
hřídel	HRIDEL	KTS-A4-001-03
deska	DESKA	KTS-A4-001-04
svařenec	SVARENEC	KTS-A4-001-05
destička	DESTICKA	KTS-A4-001-06
soustava držáku	SOUSTAVA_DRZAKU	KTS-A3-001-06

Příloha č.6

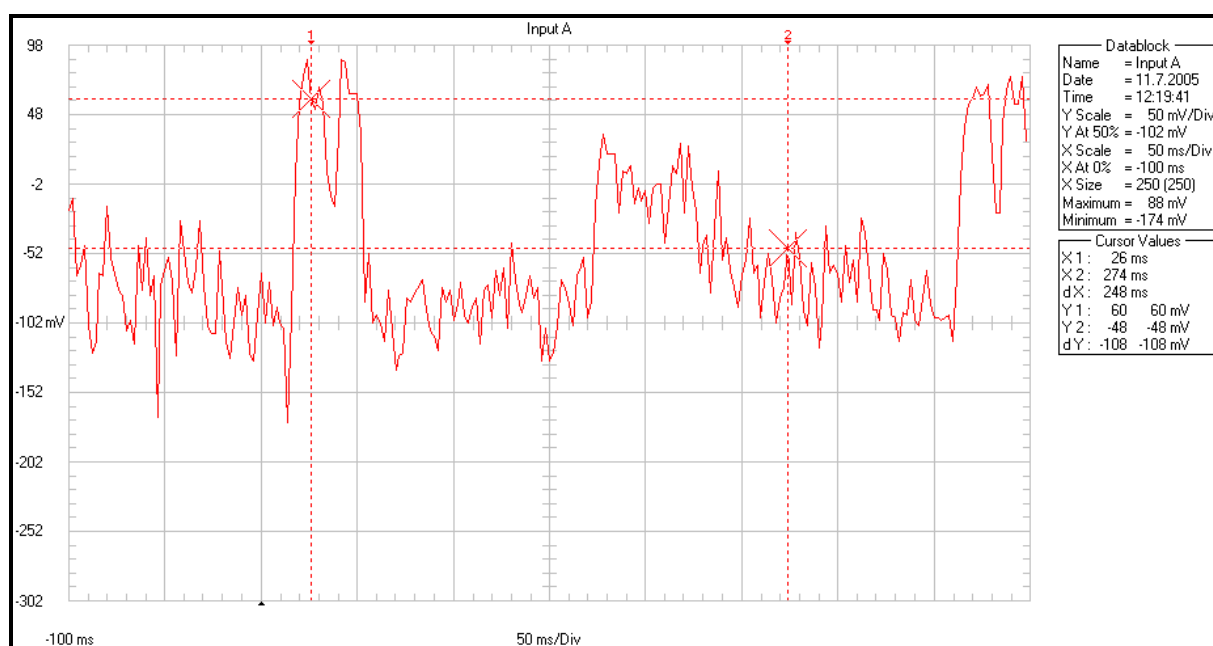
<b>název přílohy</b>	<b>název výkresu</b>	<b>číslo výkresu</b>
deska I	DESKA_I	KTS-A4-002-01
objímka 2	OBJIMKA_2	KTS-A4-002-02
přídržka	PRIDRZKA	KTS-A4-002-03
zvedač	ZVEDAC	KTS-A4-002-04
držák na dvouválec	DRZAK_DVOUVALEC	KTS-A3-002-05

## Příloha č.1

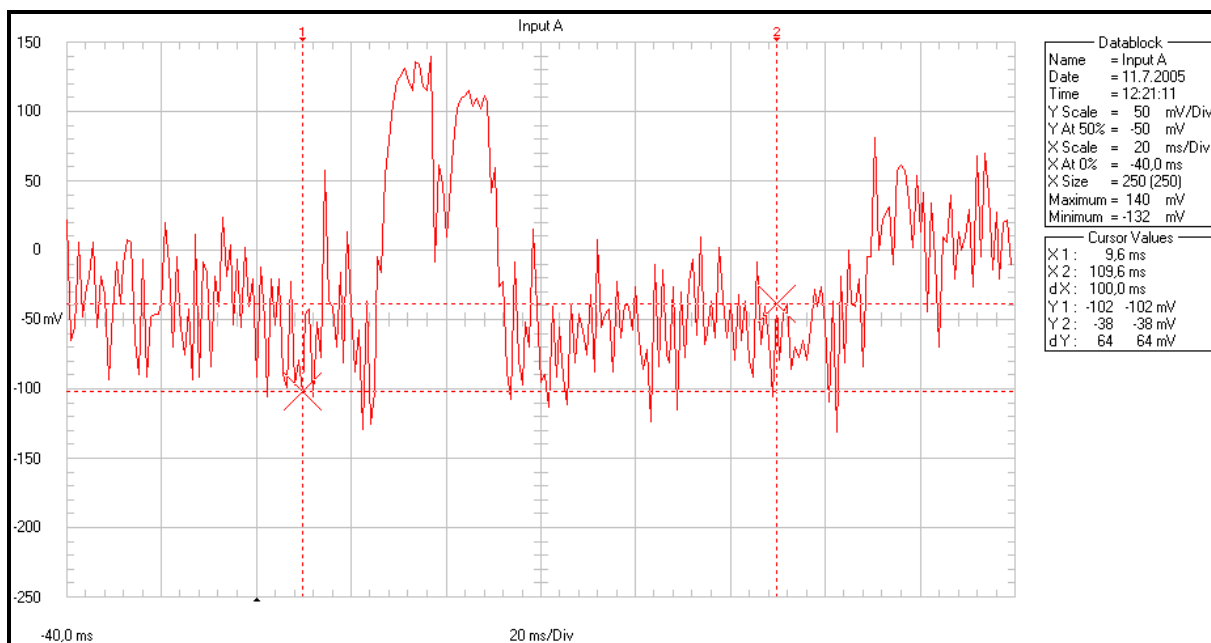
Sklon stahovače 30°:



Obr. 1: Otáčky válce 87 ot/min

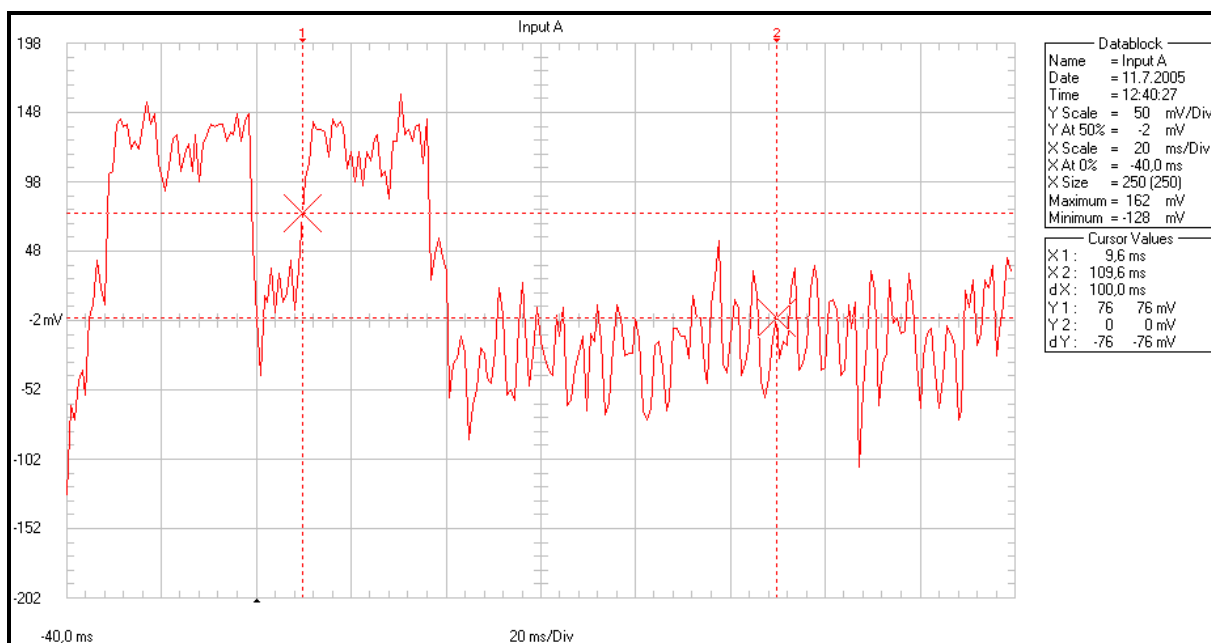


Obr. 2: Otáčky válce 173 ot/min

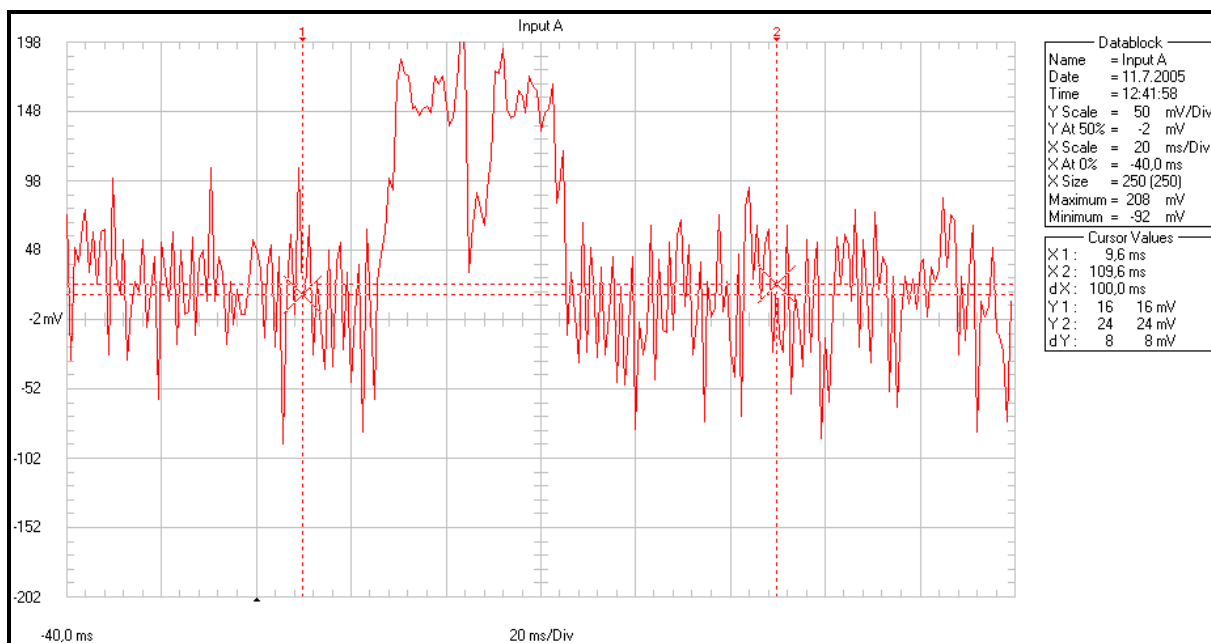


Obr. 3: Otáčky válce 261 ot/min

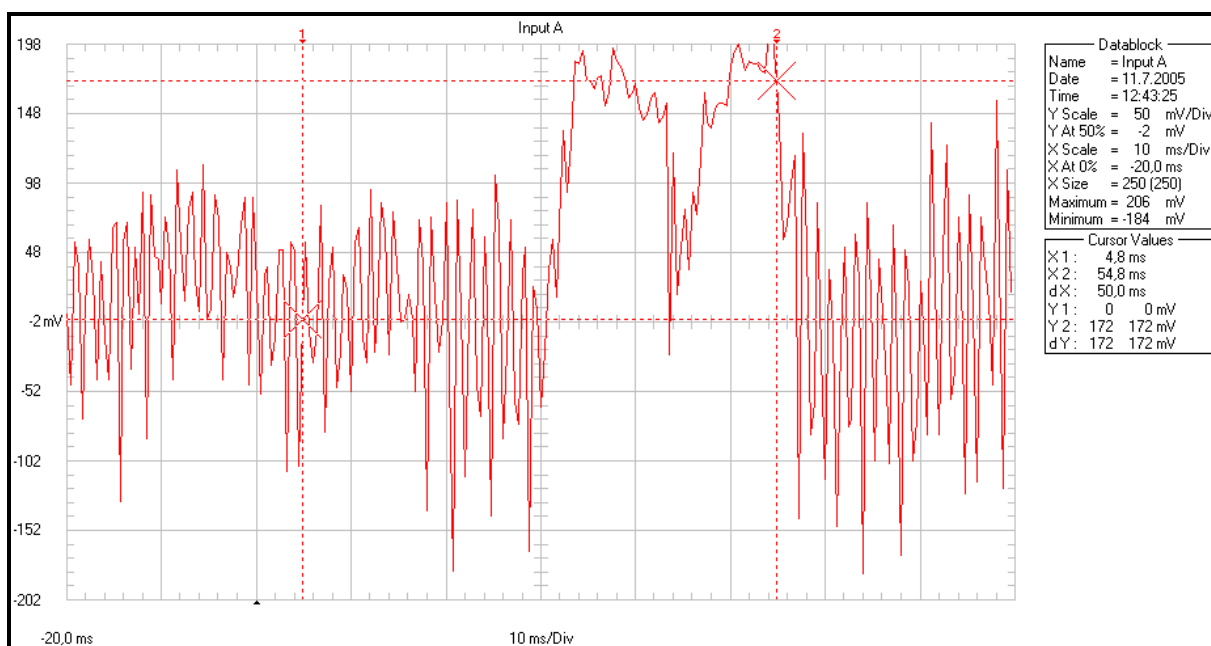
Sklon stahovače 45°:



Obr. 4: Otáčky válce 87 ot/min



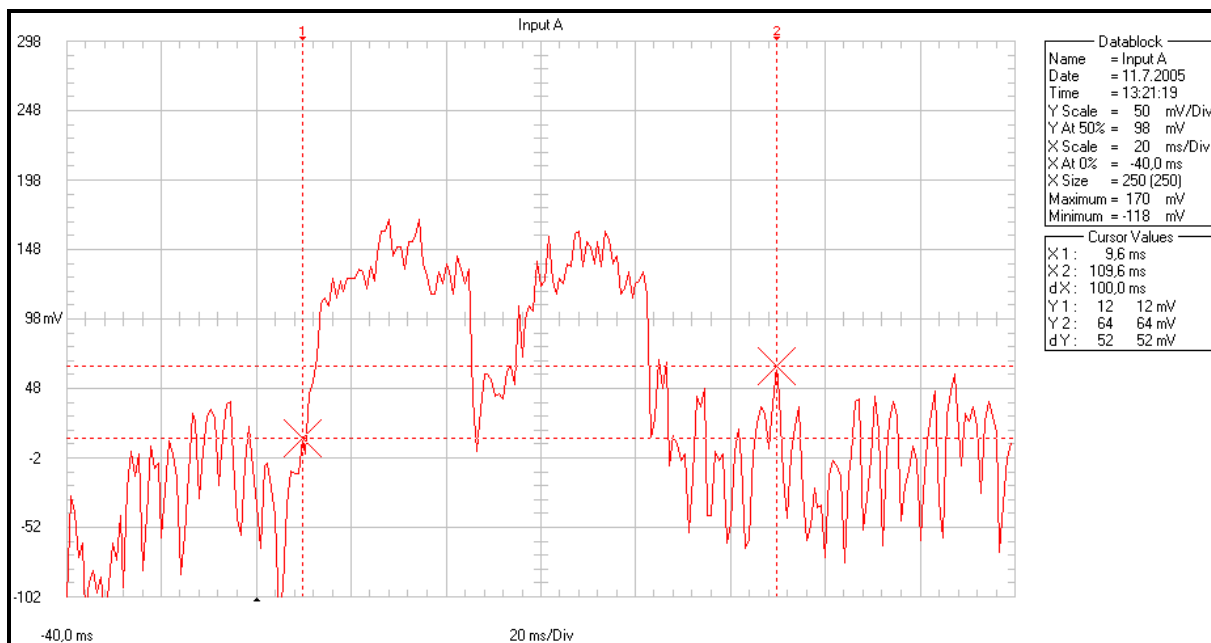
Obr. 5: Otáčky válce 173 ot/min



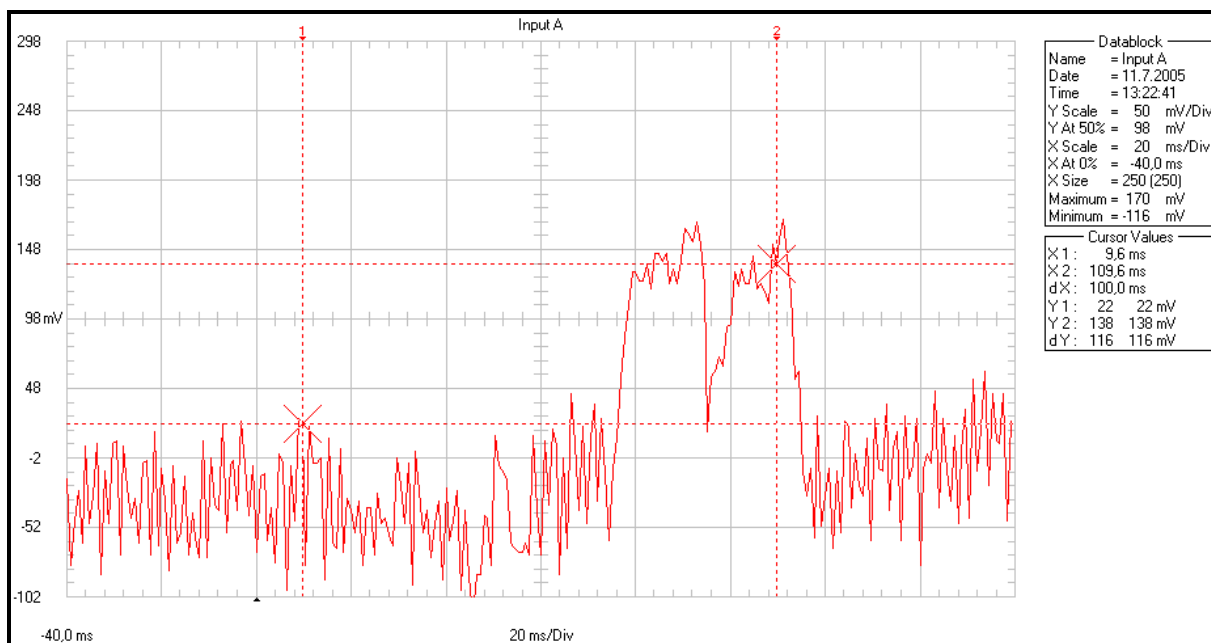
Obr. 6: Otáčky válce 261 ot/min



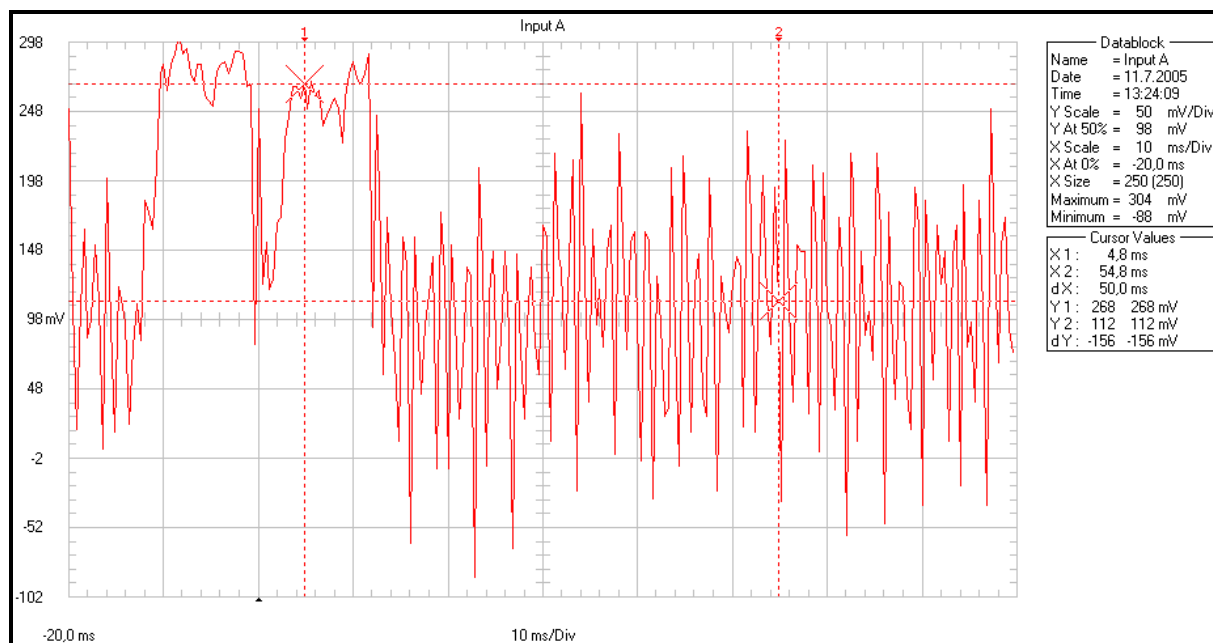
### Sklon stahovače 55°:



Obr. 7: Otáčky válce 87 ot/min



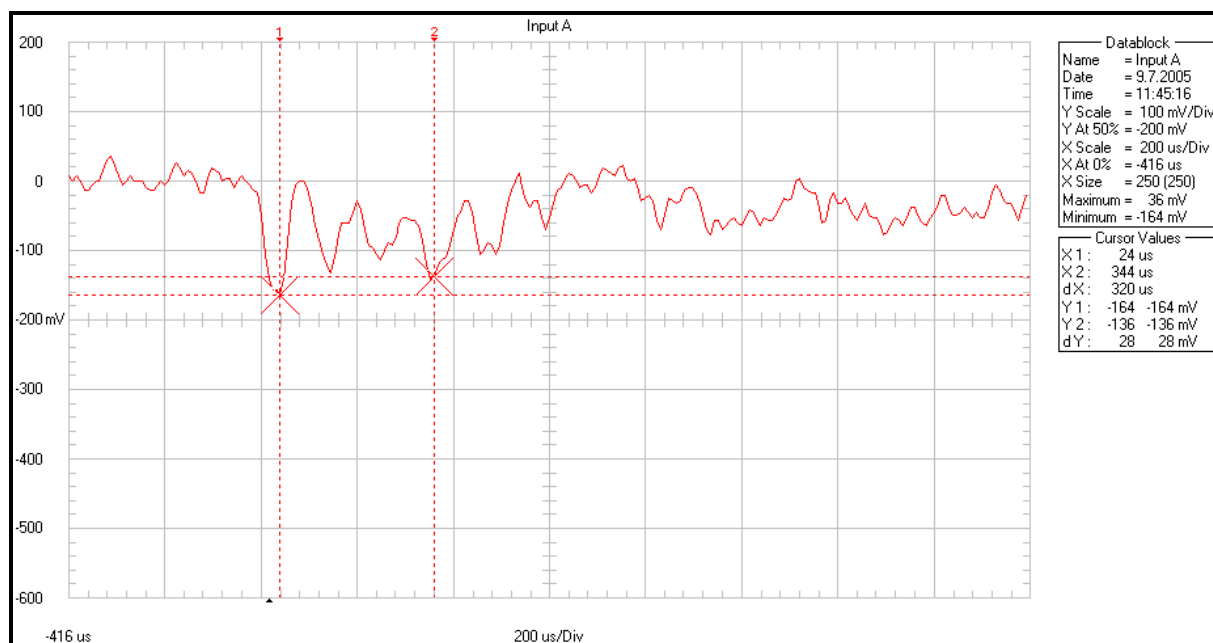
Obr. 8: Otáčky válce 173 ot/min



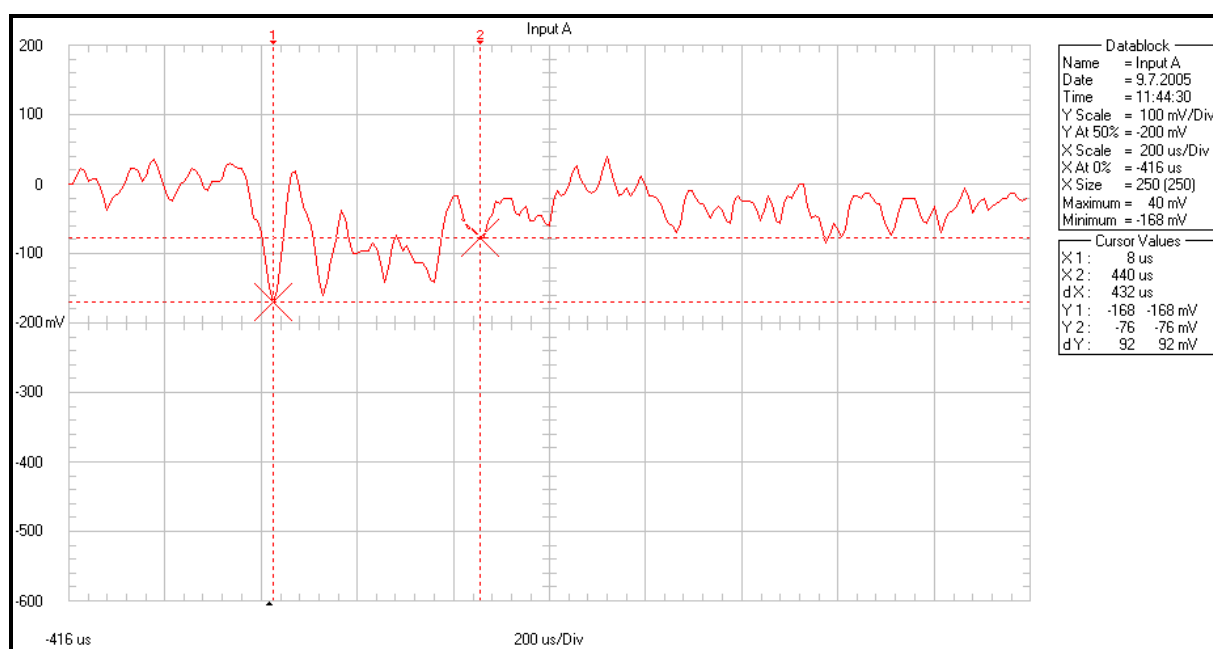
Obr. 9: Otáčky válce 261 ot/min

## Příloha č.2

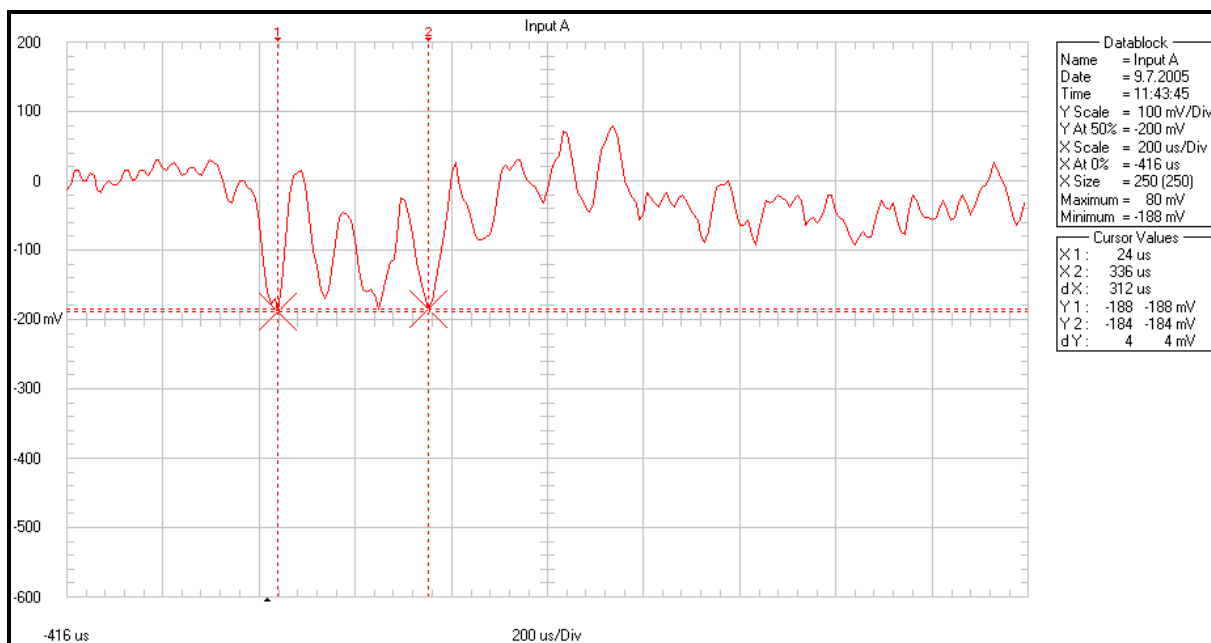
Sklon stahovače 30°:



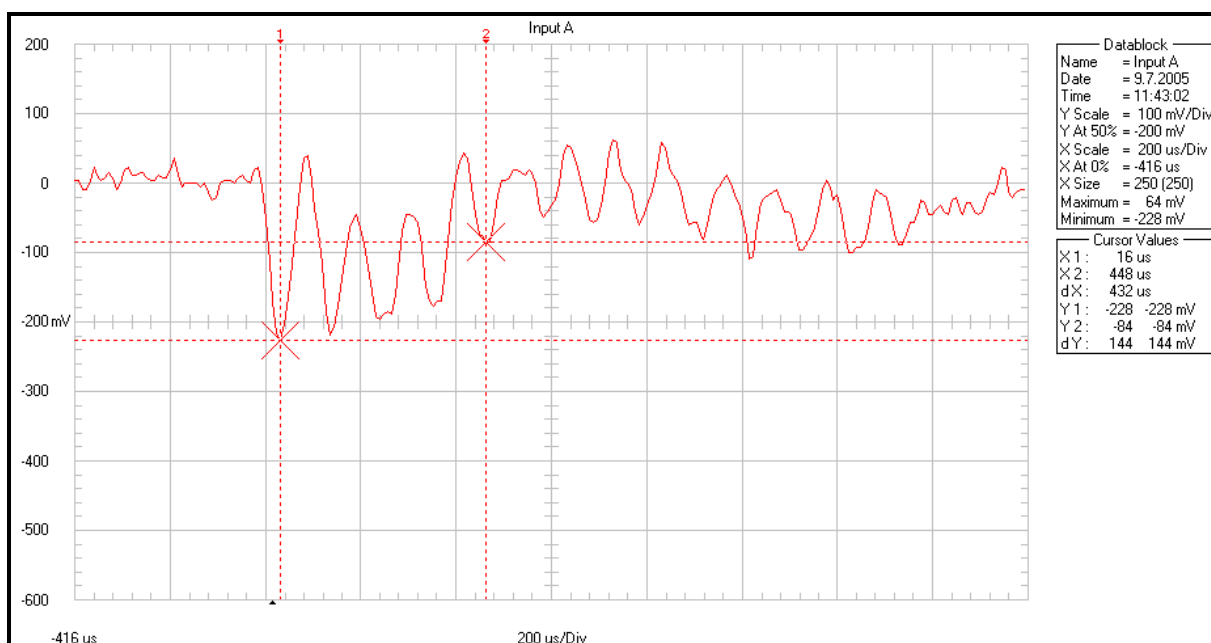
Obr. 10: Otáčky válce 87 ot/min



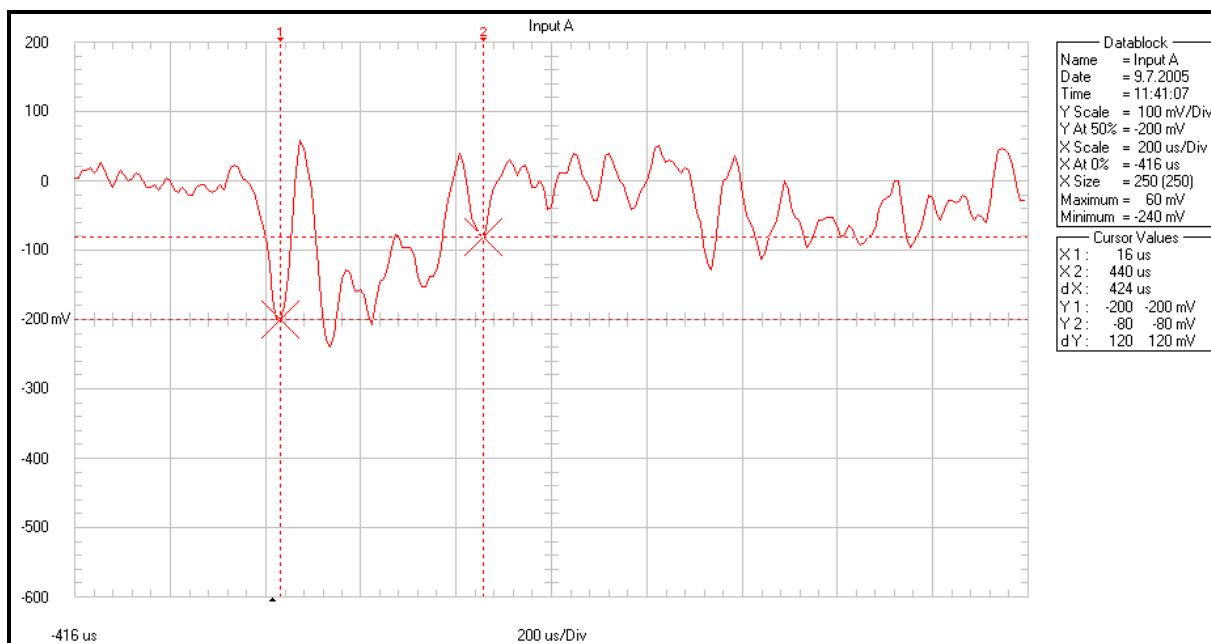
Obr. 11: Otáčky válce 105 ot/min



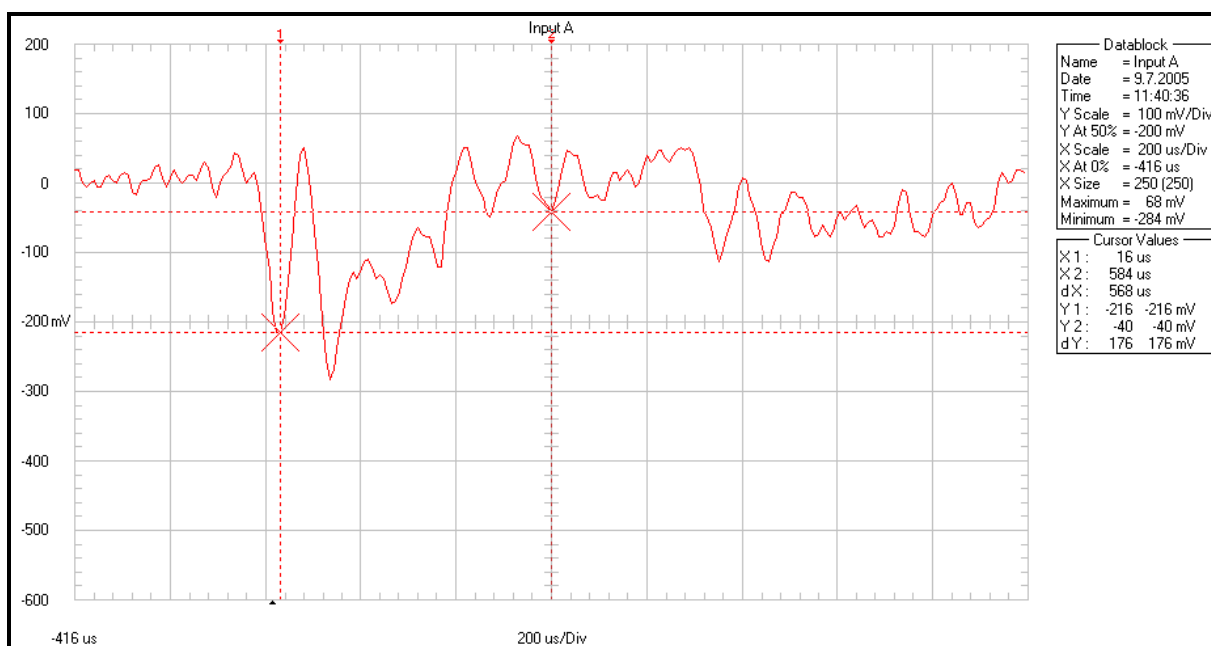
Obr. 12: Otáčky válce 122 ot/min



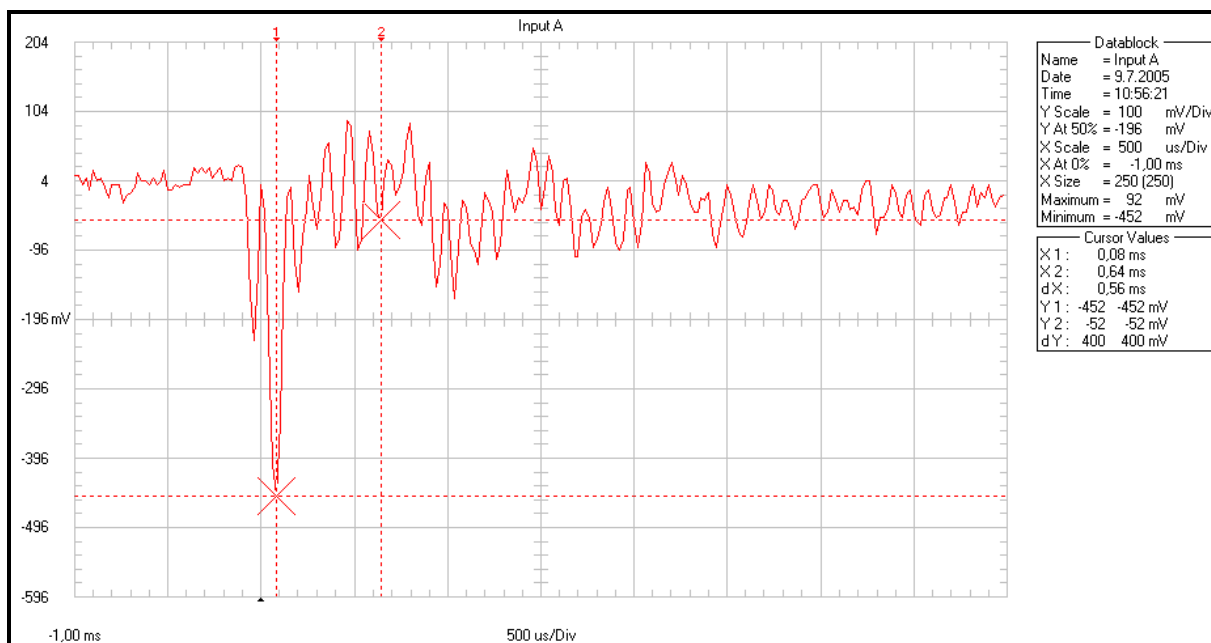
Obr. 13: Otáčky válce 139 ot/min



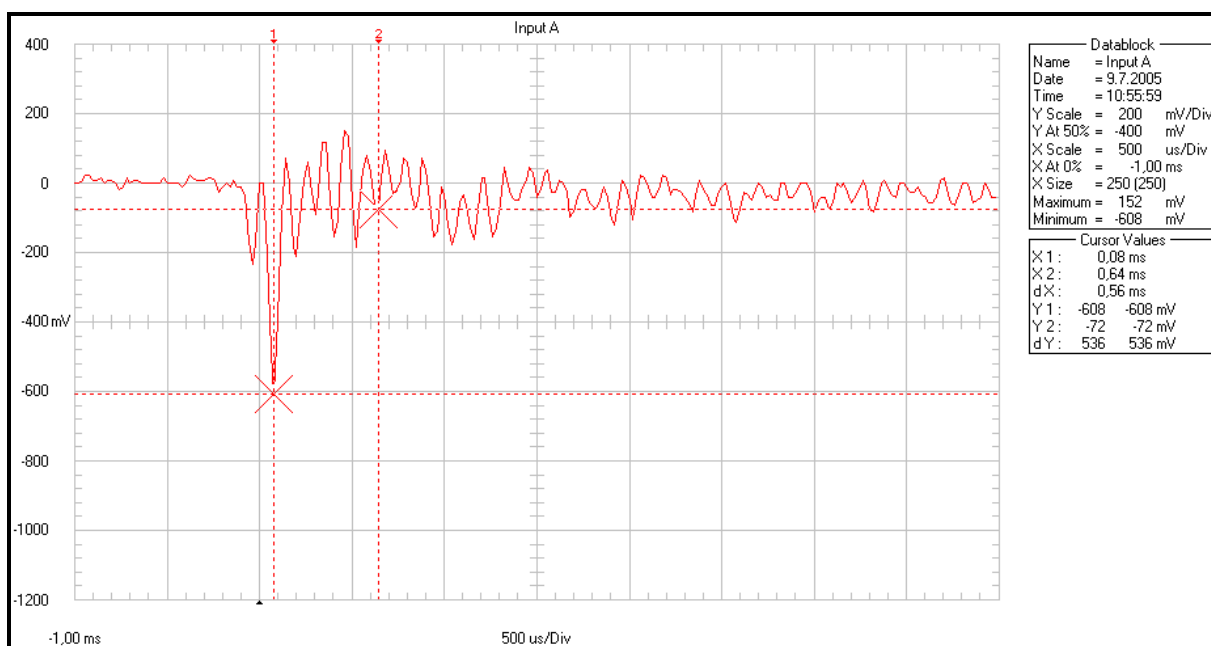
Obr. 14: Otáčky válce 157 ot/min



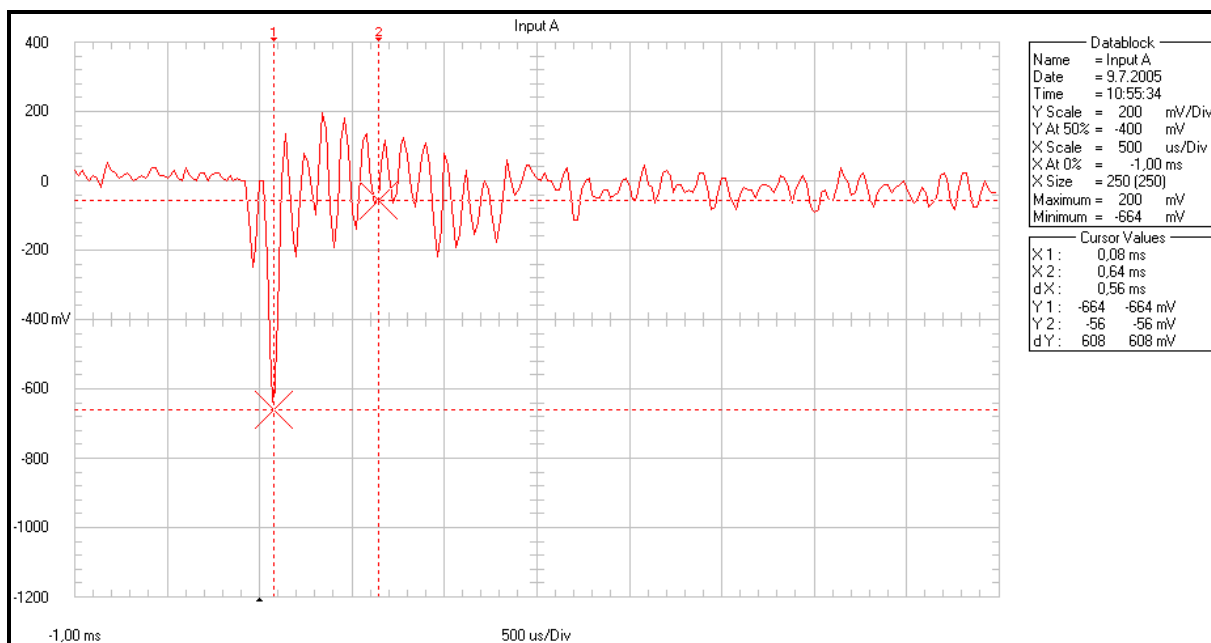
Obr. 15: Otáčky válce 173 ot/min



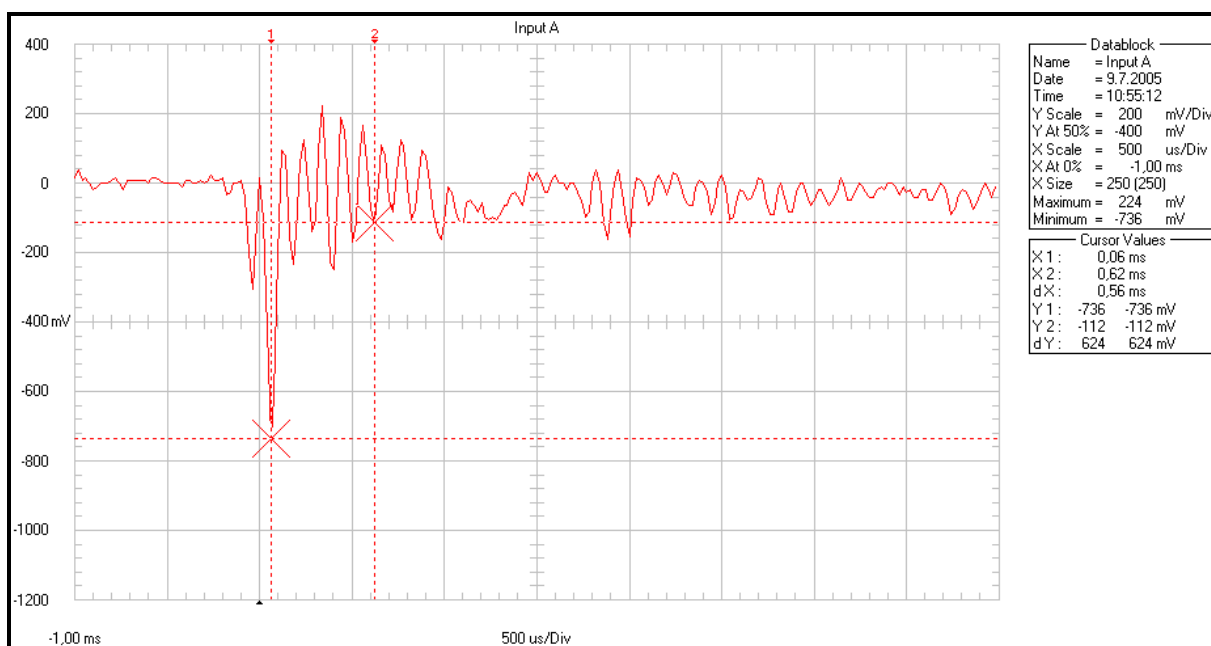
Obr. 16: Otáčky válce 191 ot/min



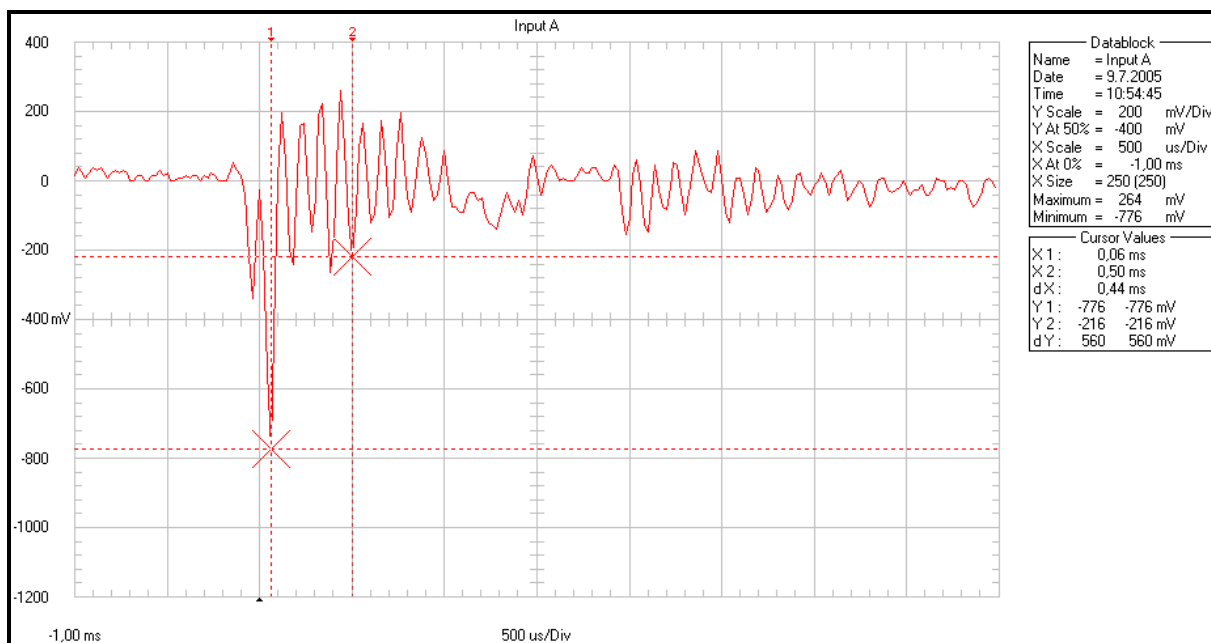
Obr. 17: Otáčky válce 208 ot/min



Obr. 18: Otáčky válce 225 ot/min

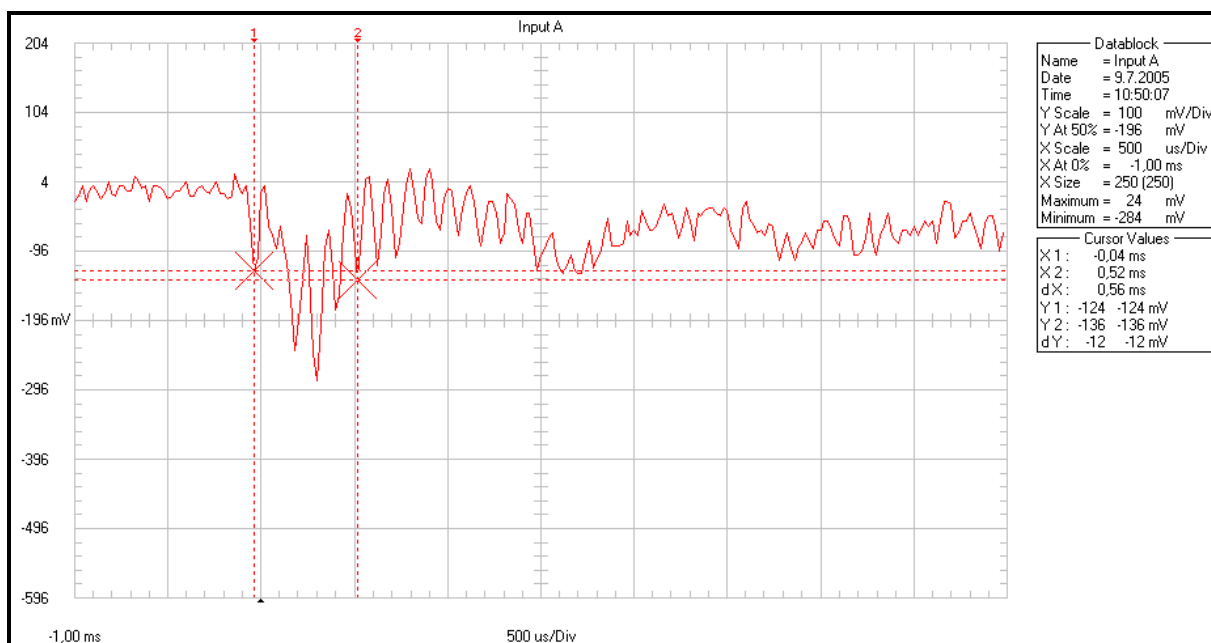


Obr. 19: Otáčky válce 243 ot/min



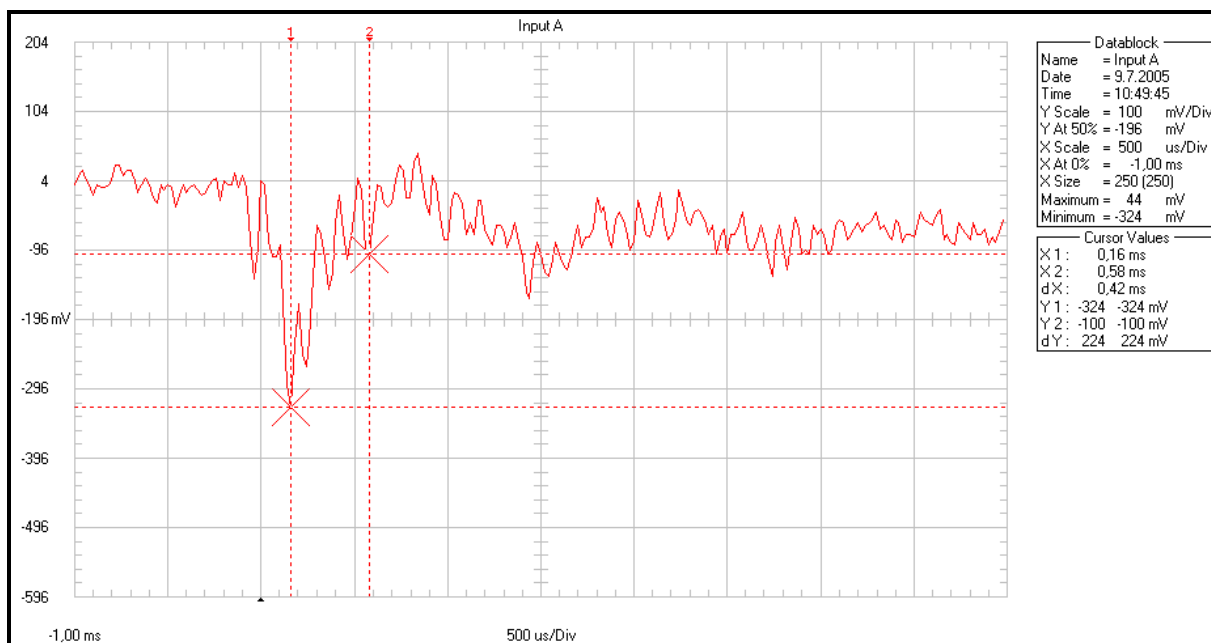
Obr. 20: Otáčky válce 261 ot/min

Sklon stahovače 45°:

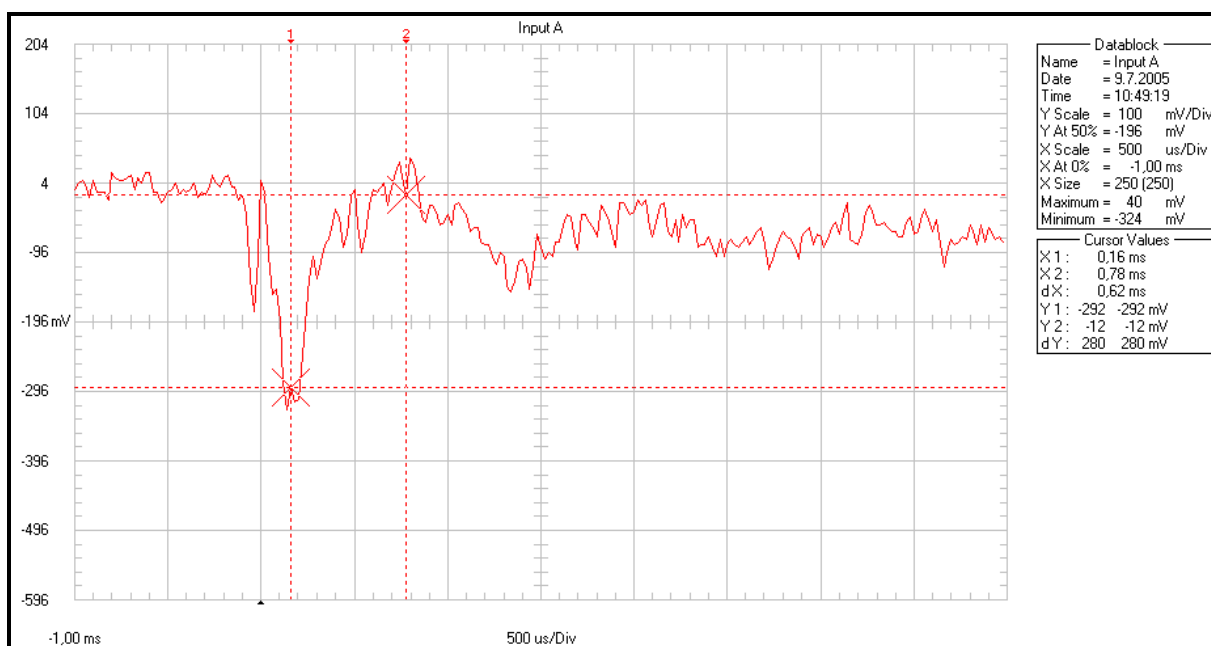


Obr. 21: Otáčky válce 87 ot/min

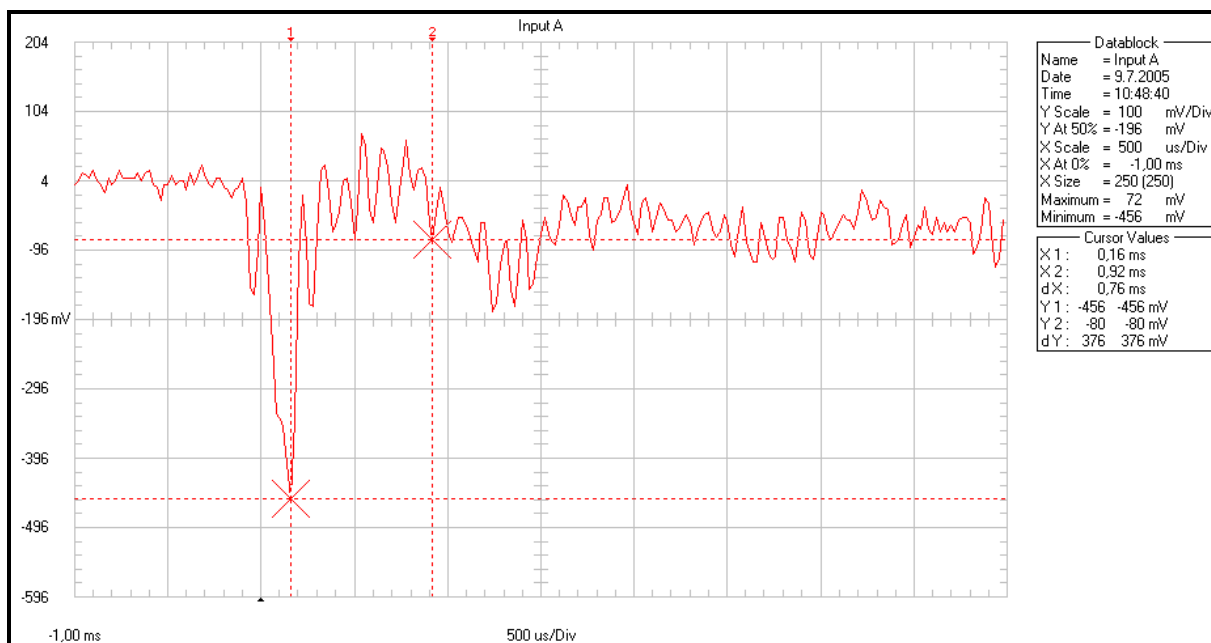




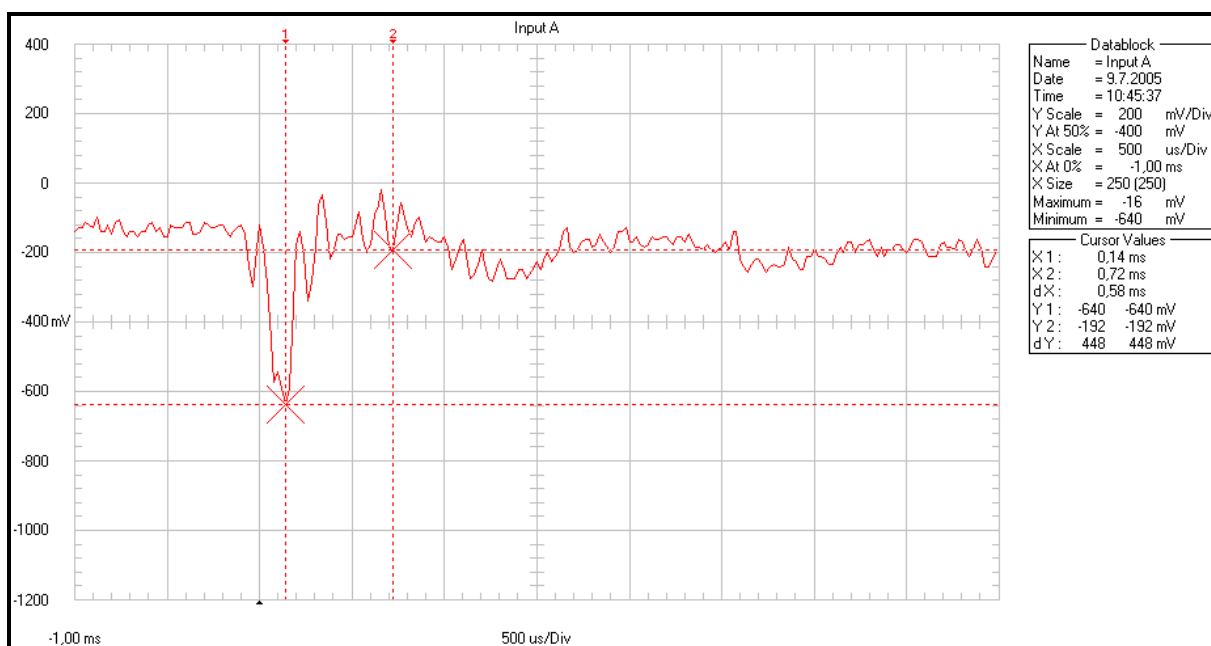
Obr. 22: Otáčky válce 105 ot/min



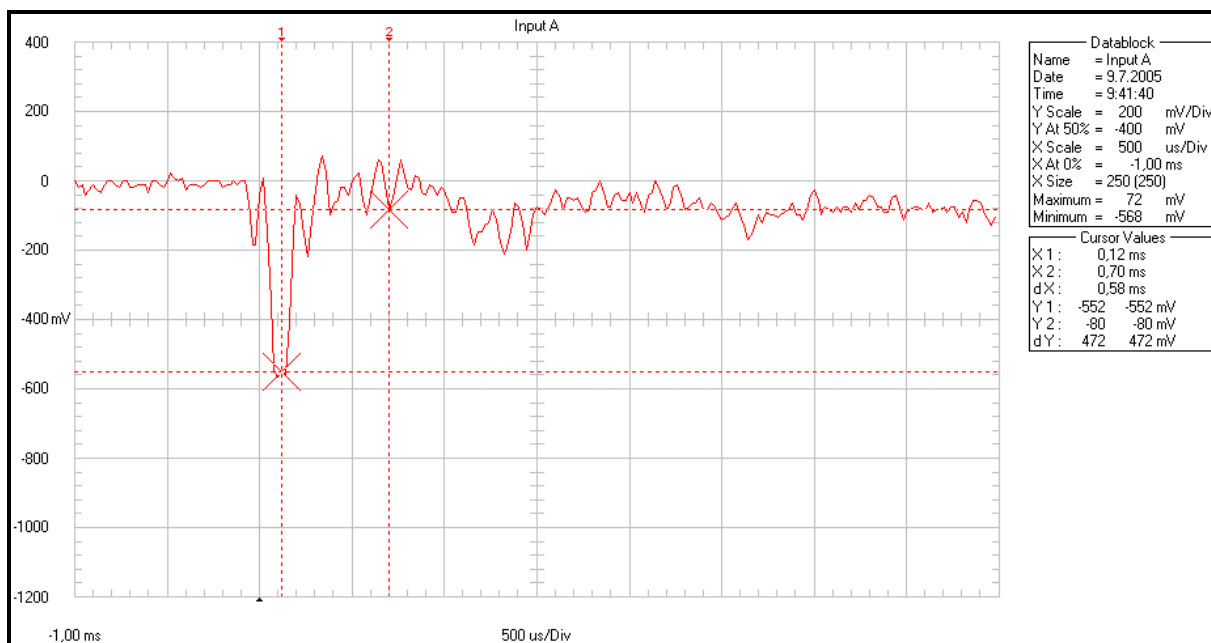
Obr. 23: Otáčky válce 122 ot/min



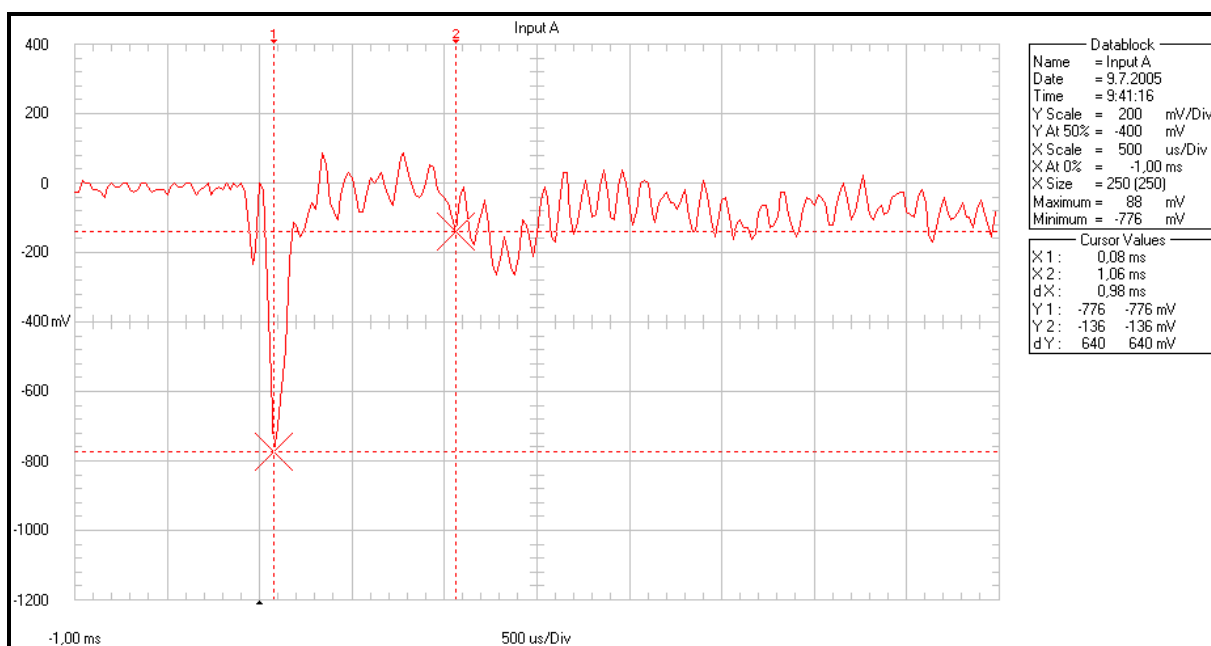
Obr. 24: Otáčky válce 139 ot/min



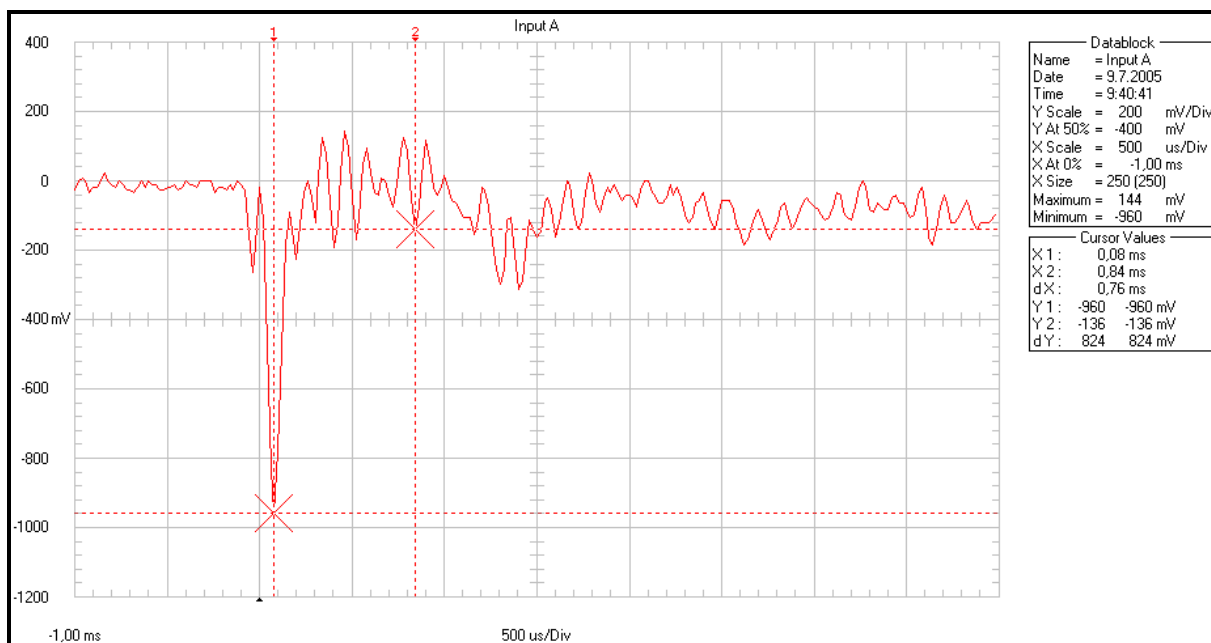
Obr. 25: Otáčky válce 157 ot/min



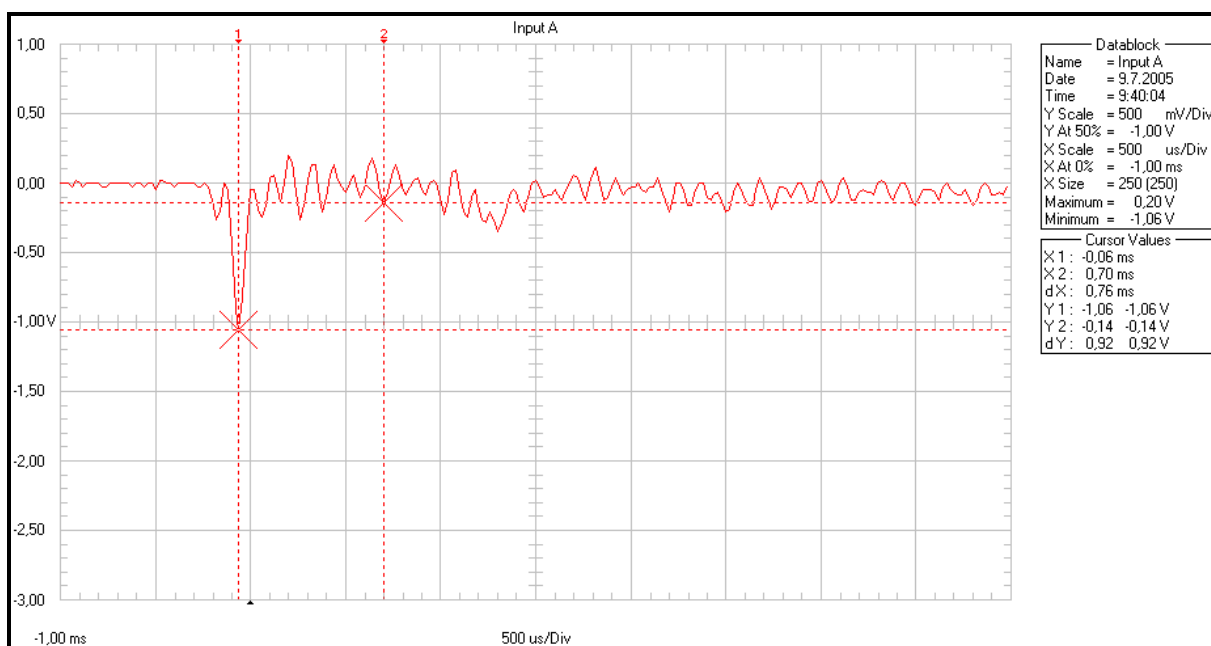
Obr. 26: Otáčky válce 173 ot/min



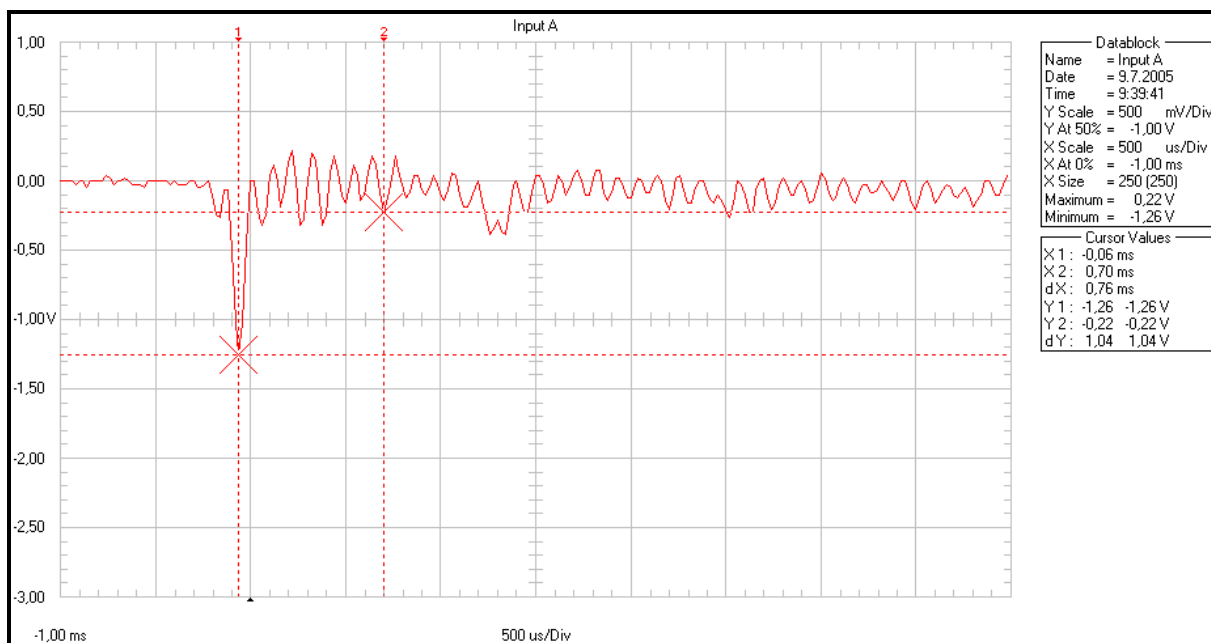
Obr. 27: Otáčky válce 191 ot/min



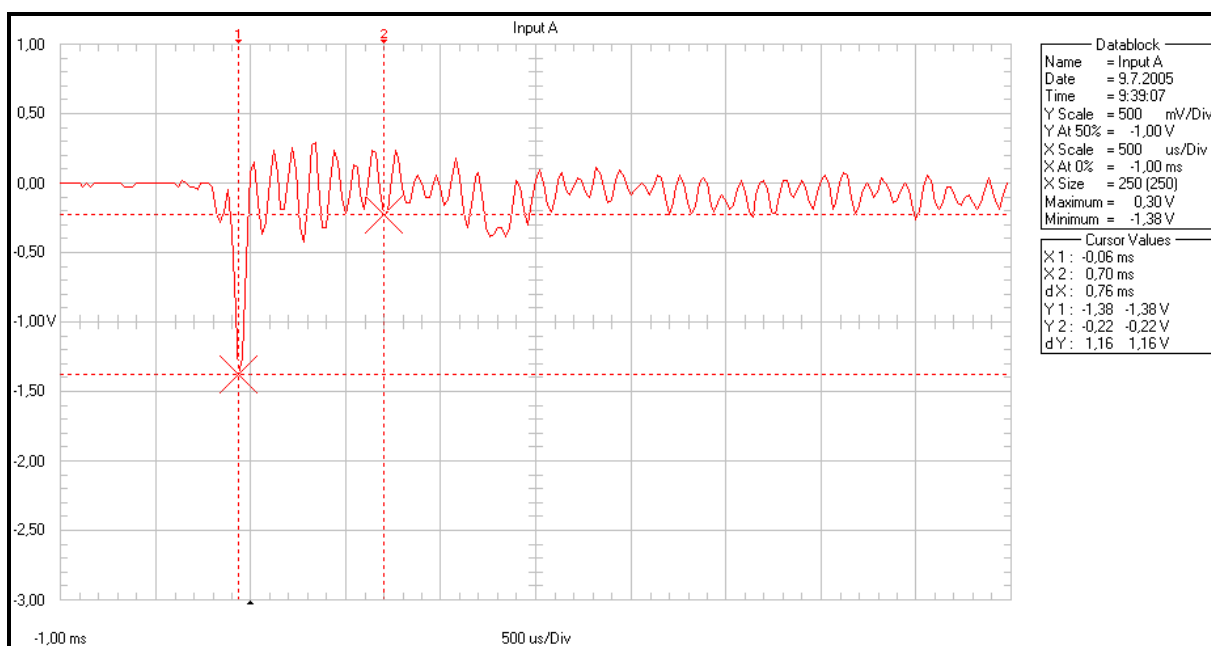
Obr. 28: Otáčky válce 208 ot/min



Obr. 29: Otáčky válce 225 ot/min

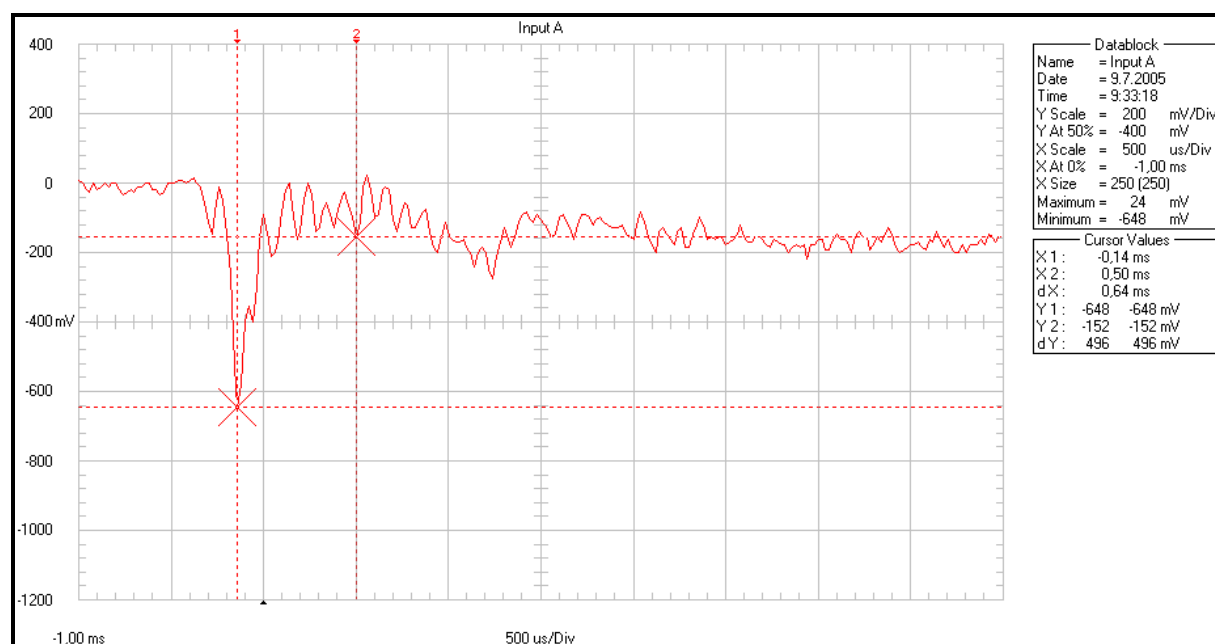


Obr. 30: Otáčky válce 243 ot/min

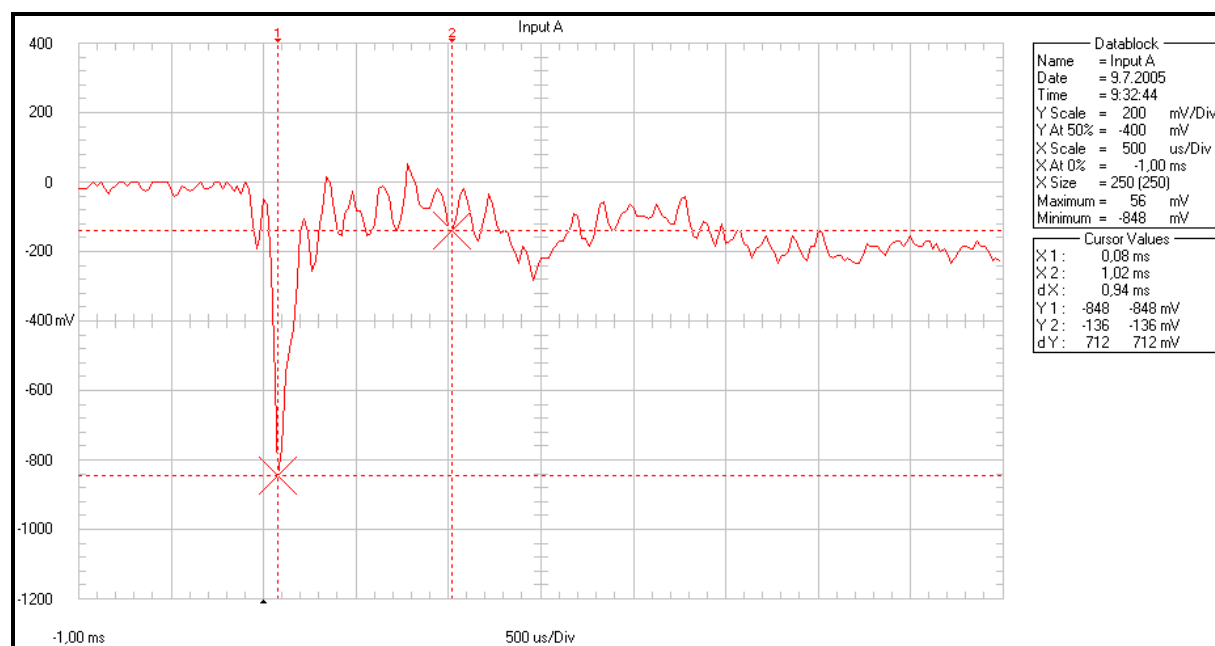


Obr. 31: Otáčky válce 261 ot/min

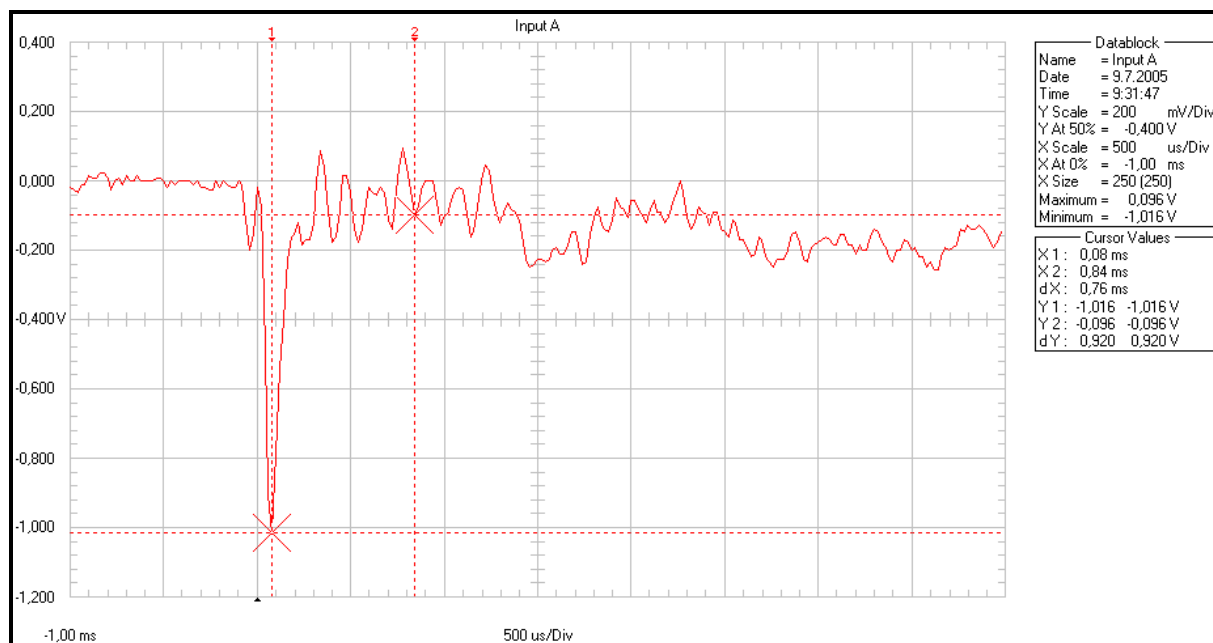
# Sklon stahovače 55°:



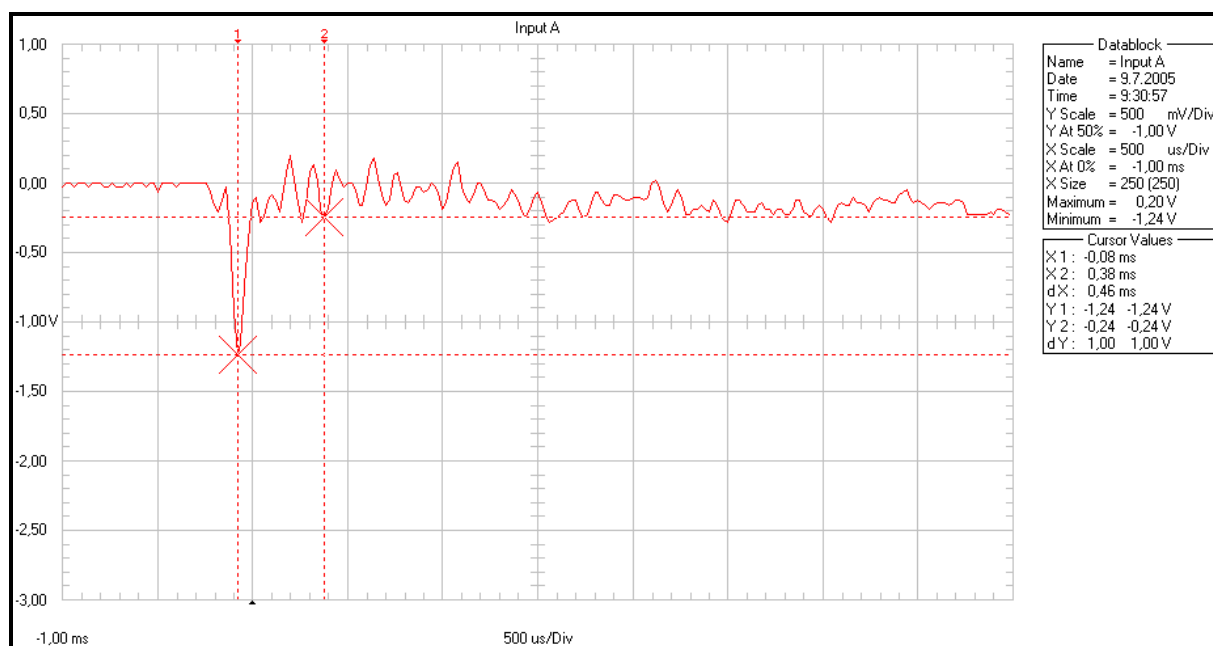
Obr. 32: Otáčky válce 87 ot/min



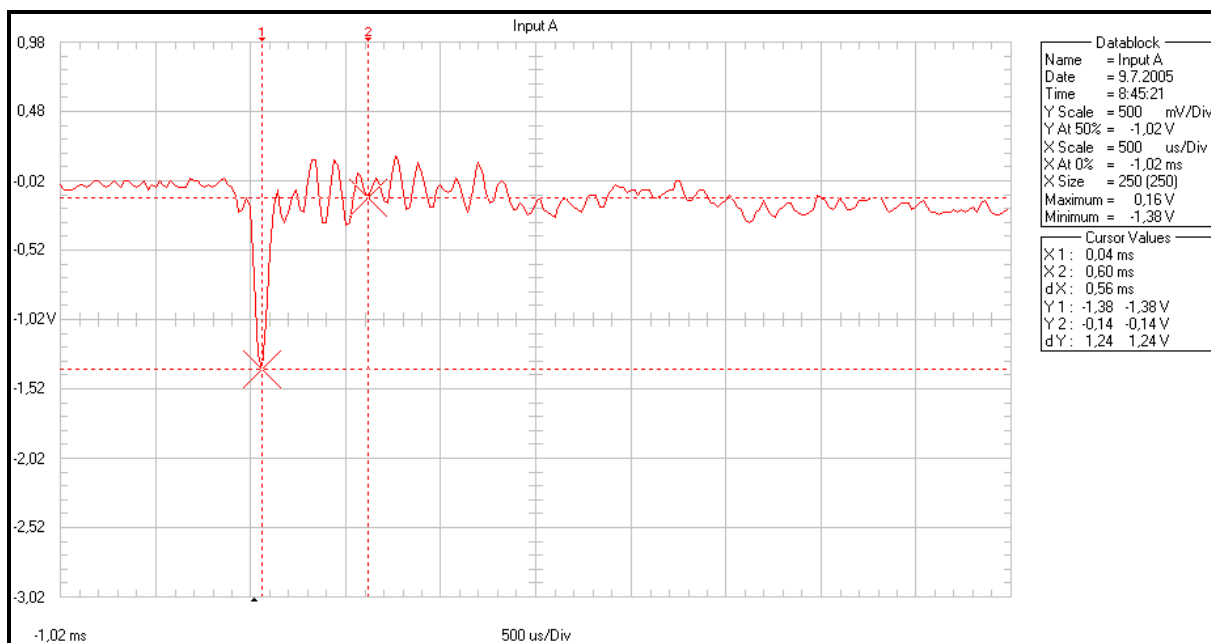
Obr. 33: Otáčky válce 105 ot/min



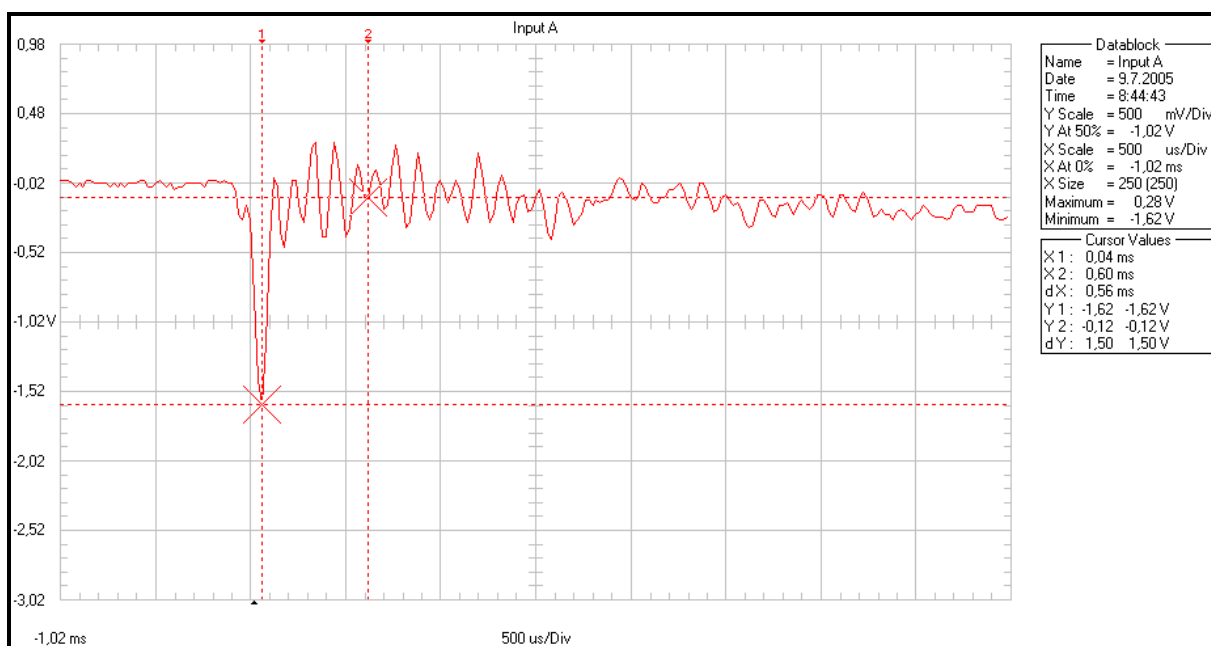
Obr. 34: Otáčky válce 122 ot/min



Obr. 35: Otáčky válce 139 ot/min

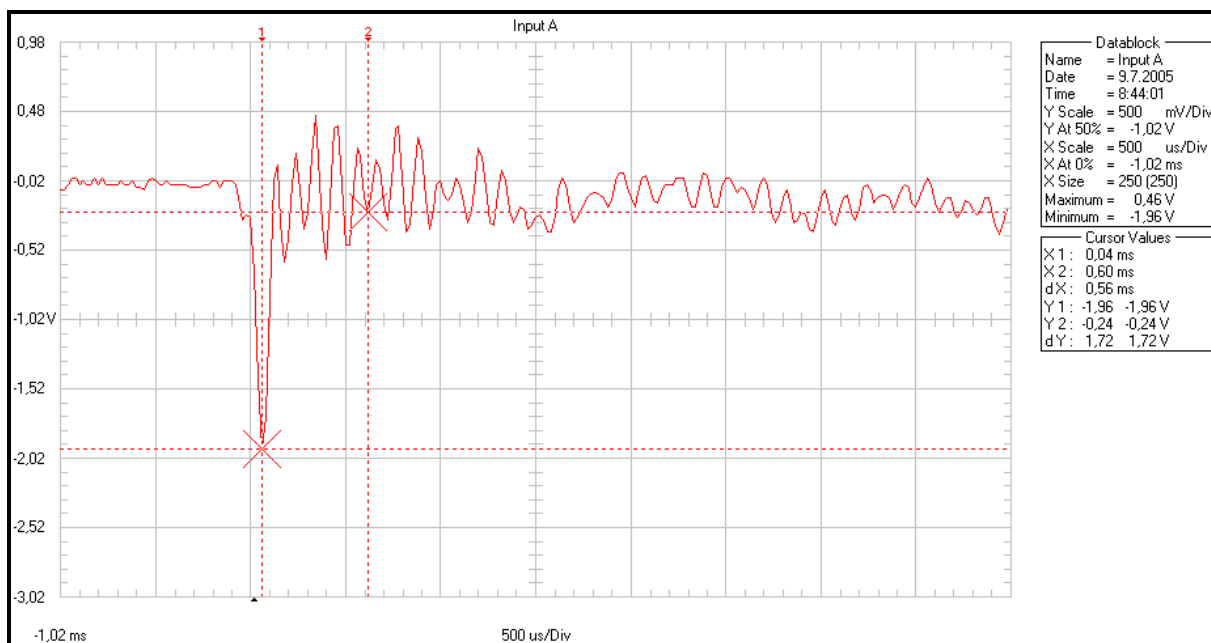


Obr. 36: Otáčky válce 157 ot/min

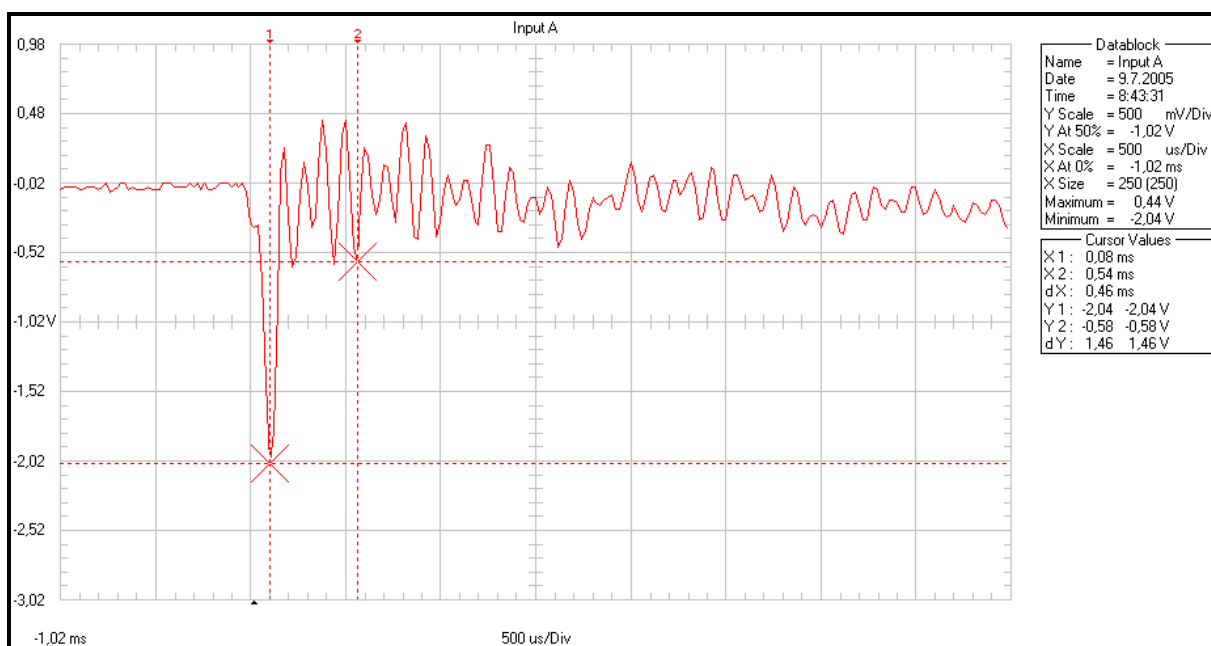


Obr. 37: Otáčky válce 173 ot/min

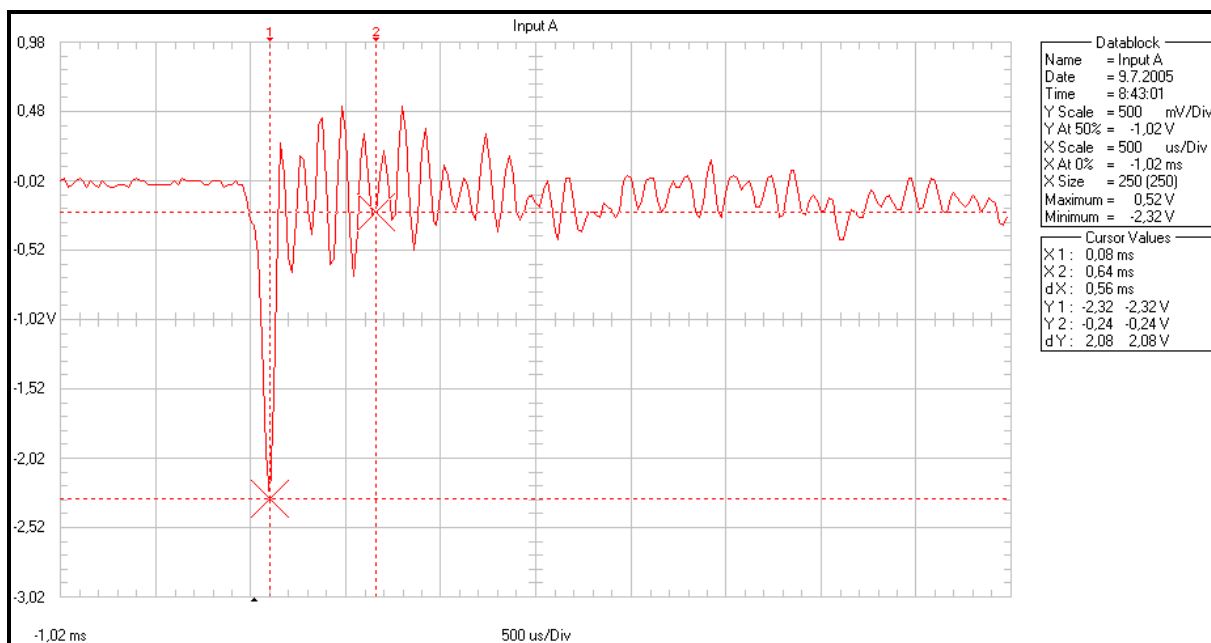




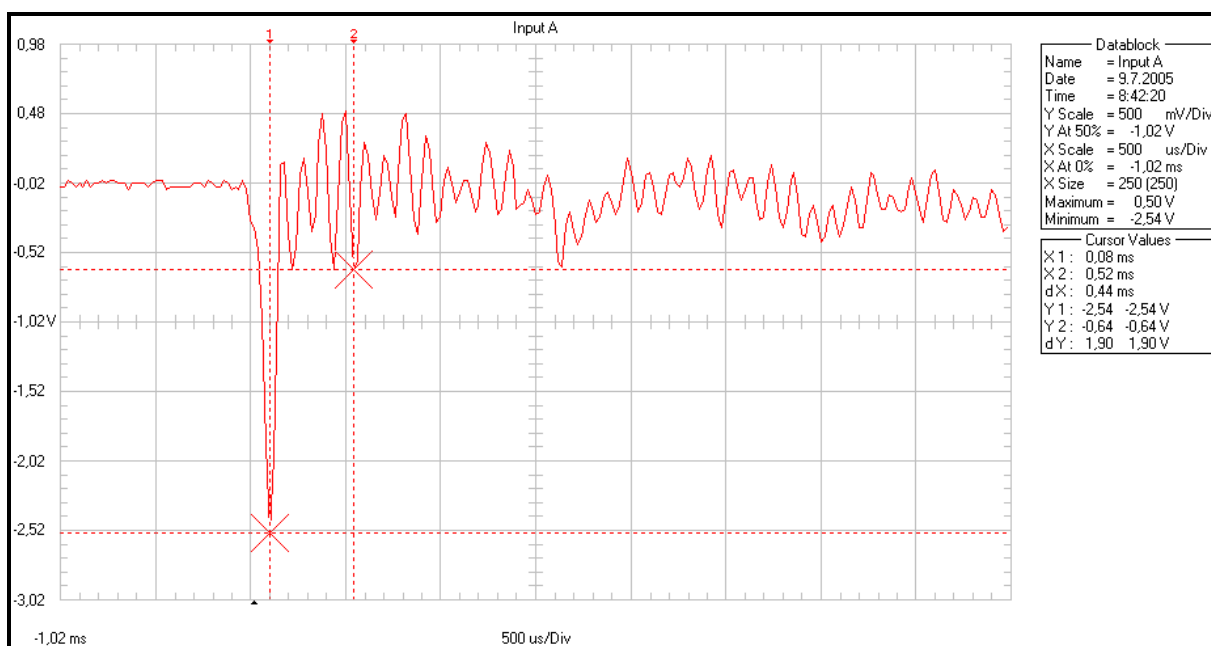
Obr. 38: Otáčky válce 191 ot/min



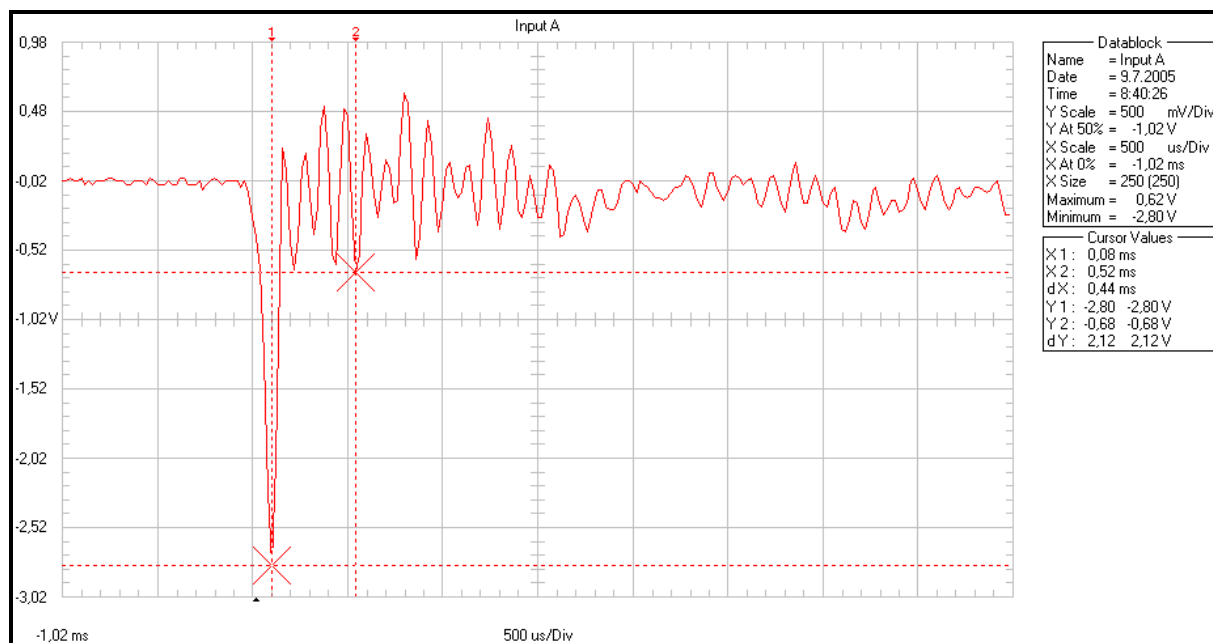
Obr. 39: Otáčky válce 208 ot/min



Obr. 40: Otáčky válce 225 ot/min



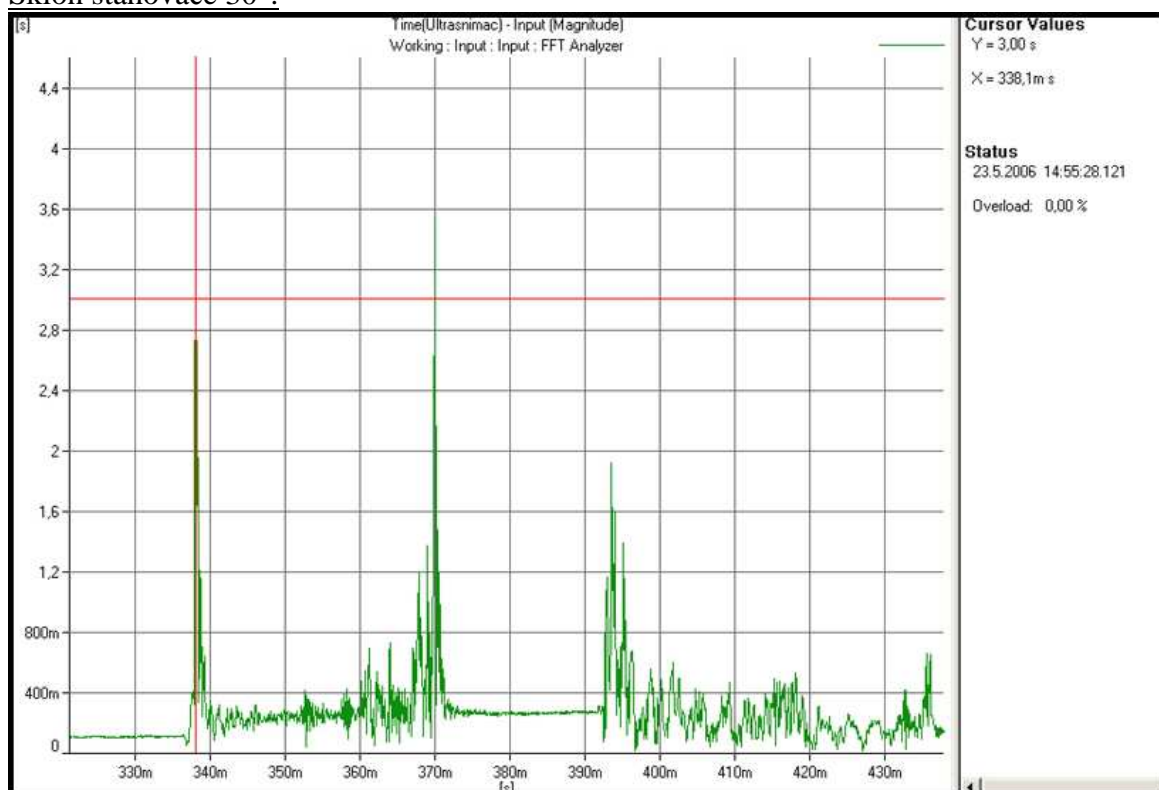
Obr. 41: Otáčky válce 243 ot/min



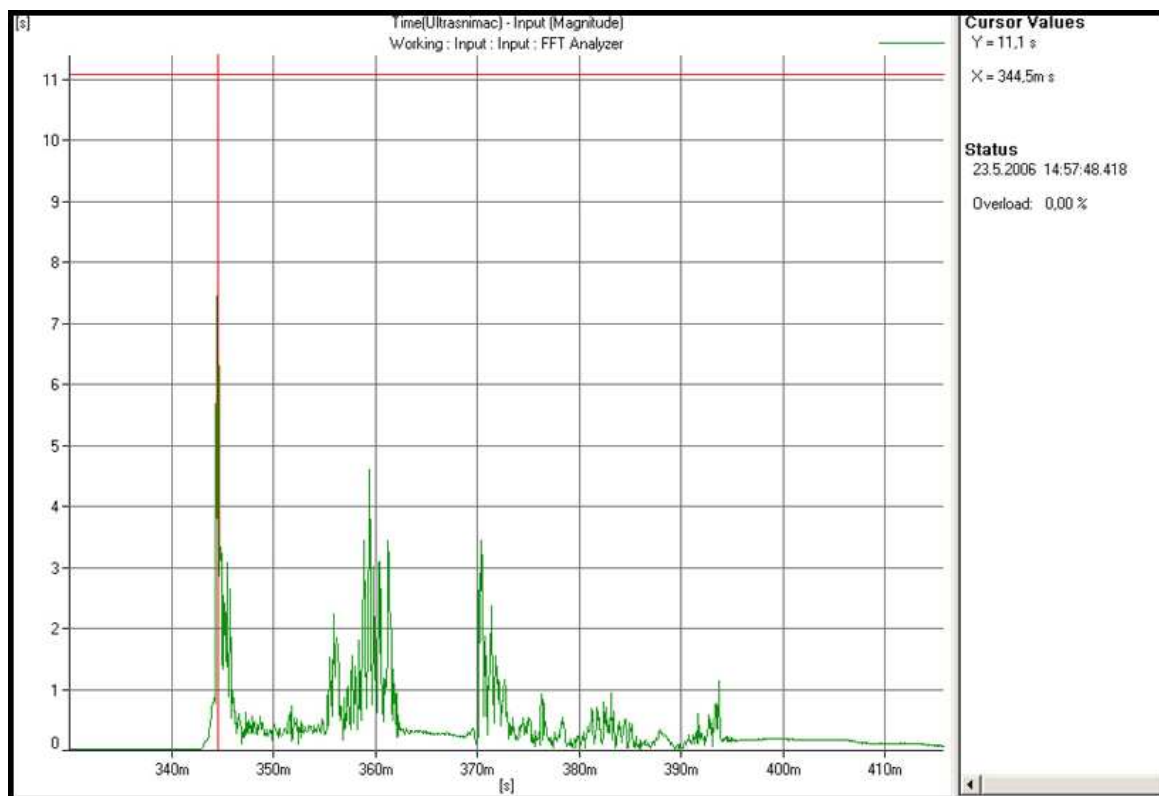
Obr. 42: Otáčky válce 261 ot/min

### Příloha č.3

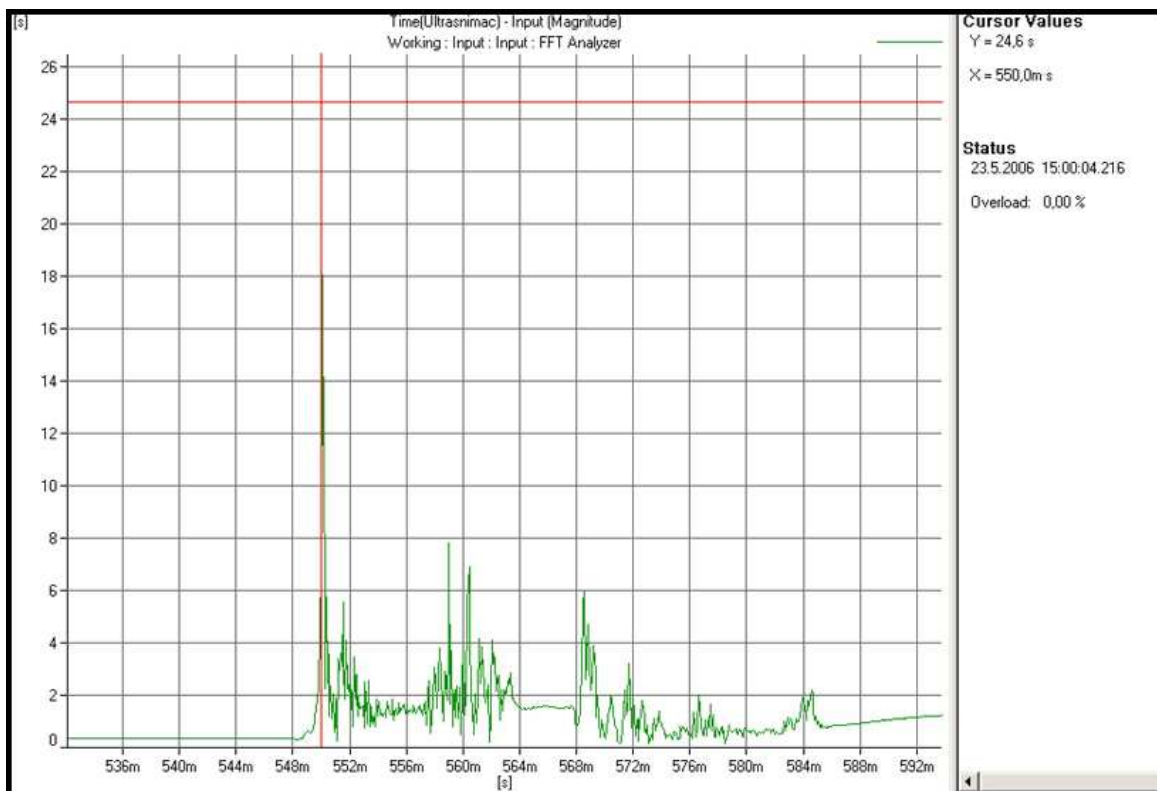
Sklon stahovače 30°:



Obr. 43: Otáčky válce 87 ot/min

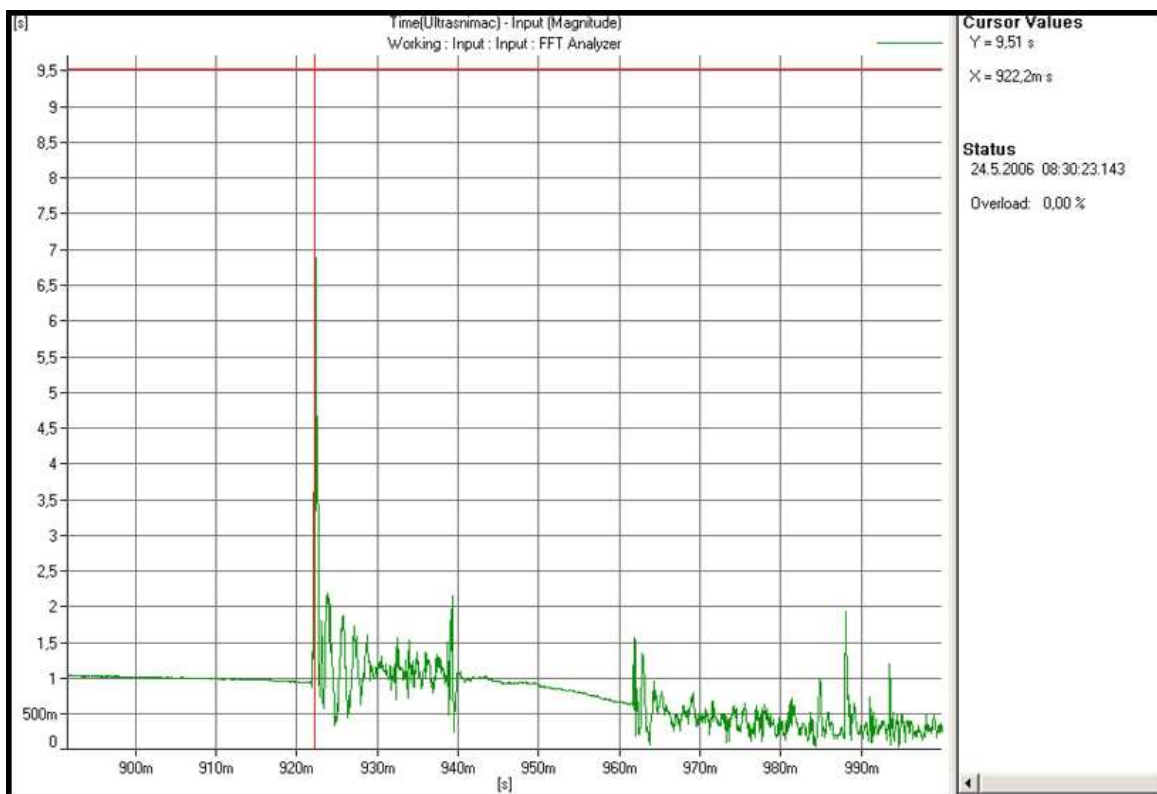


Obr. 44: Otáčky válce 173 ot/min

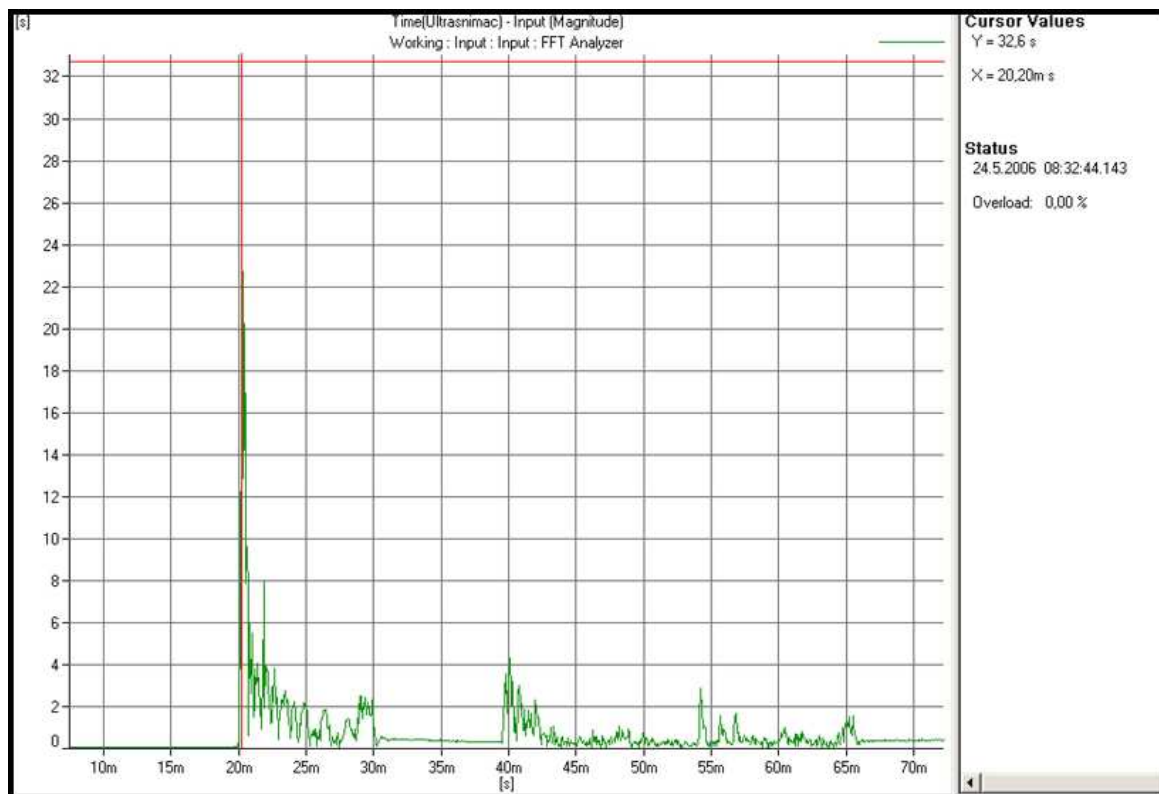


Obr. 45: Otáčky válce 261 ot/min

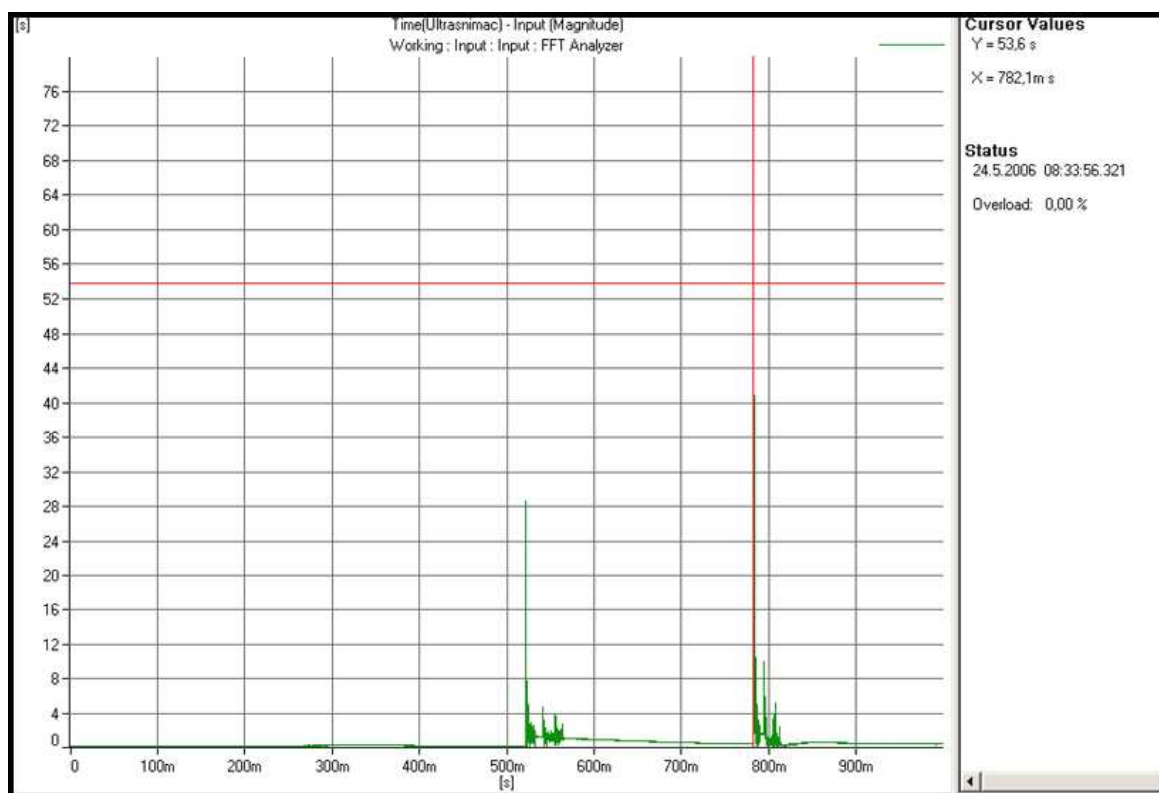
Sklon stahovače 45°:



Obr. 46: Otáčky válce 87 ot/min

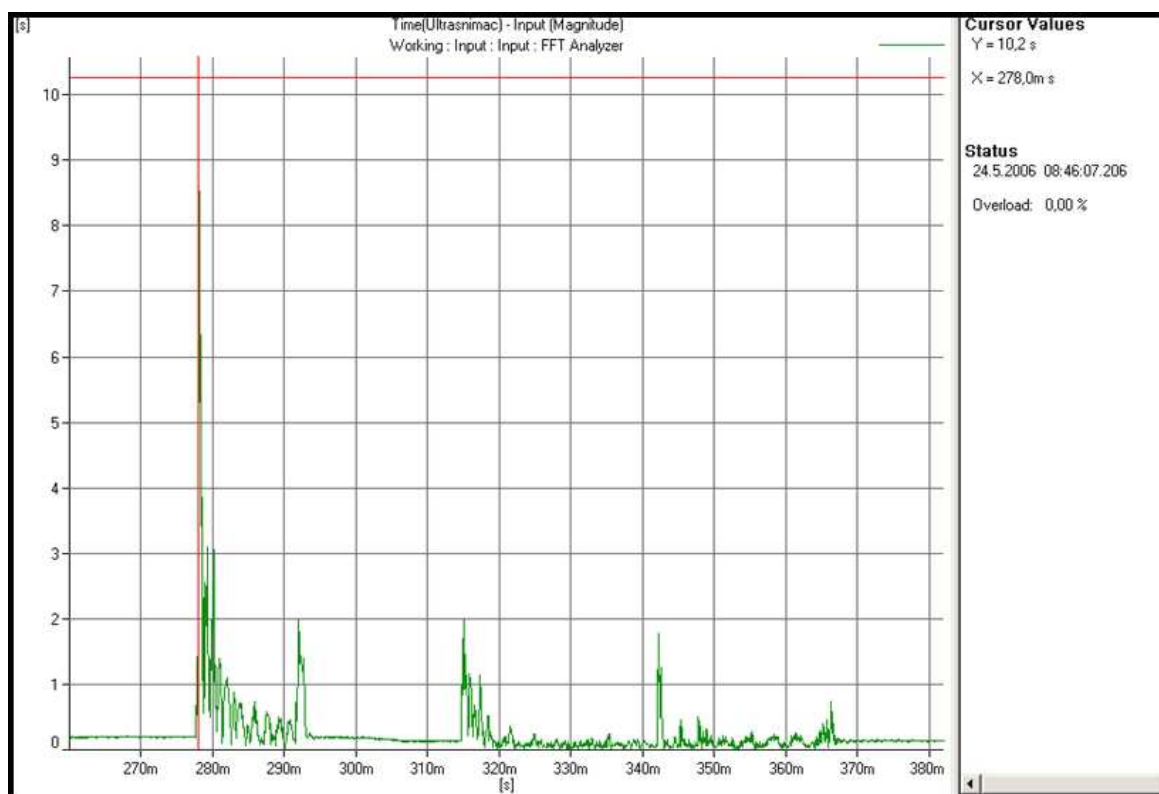


Obr.47: Otáčky válce 173 ot/min

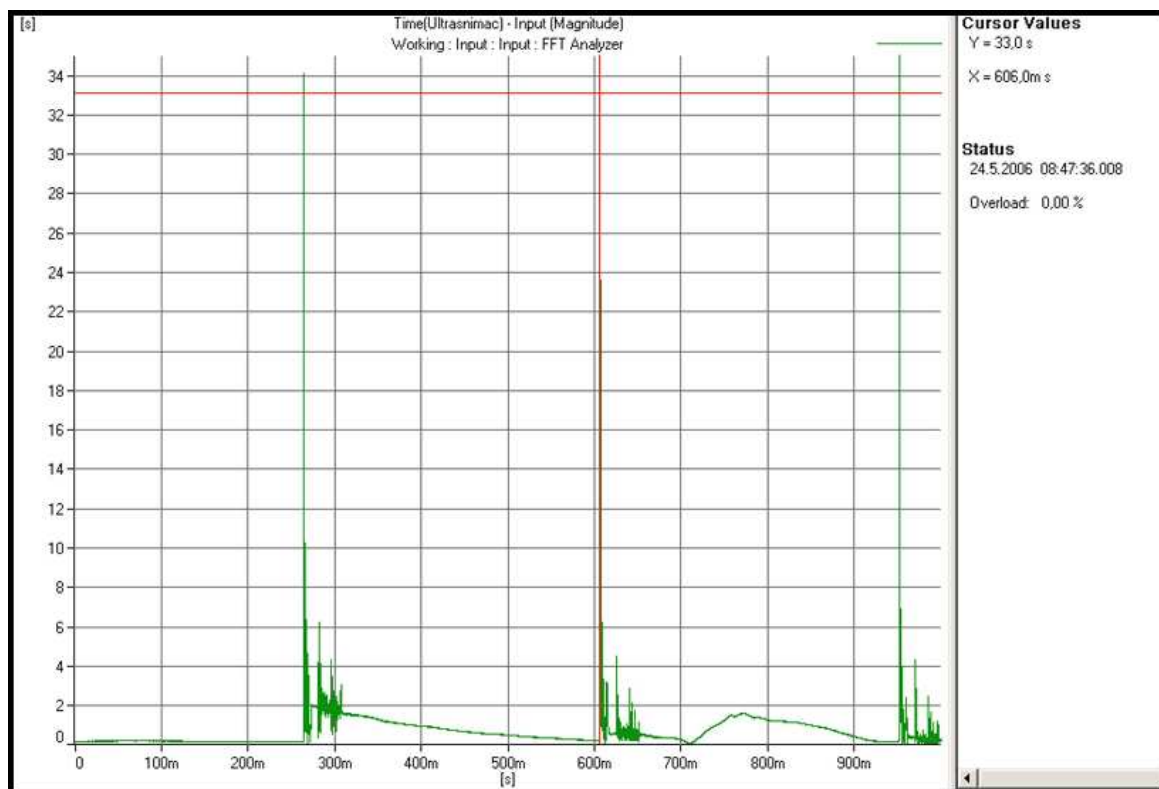


Obr. 48: Otáčky válce 261 ot/min

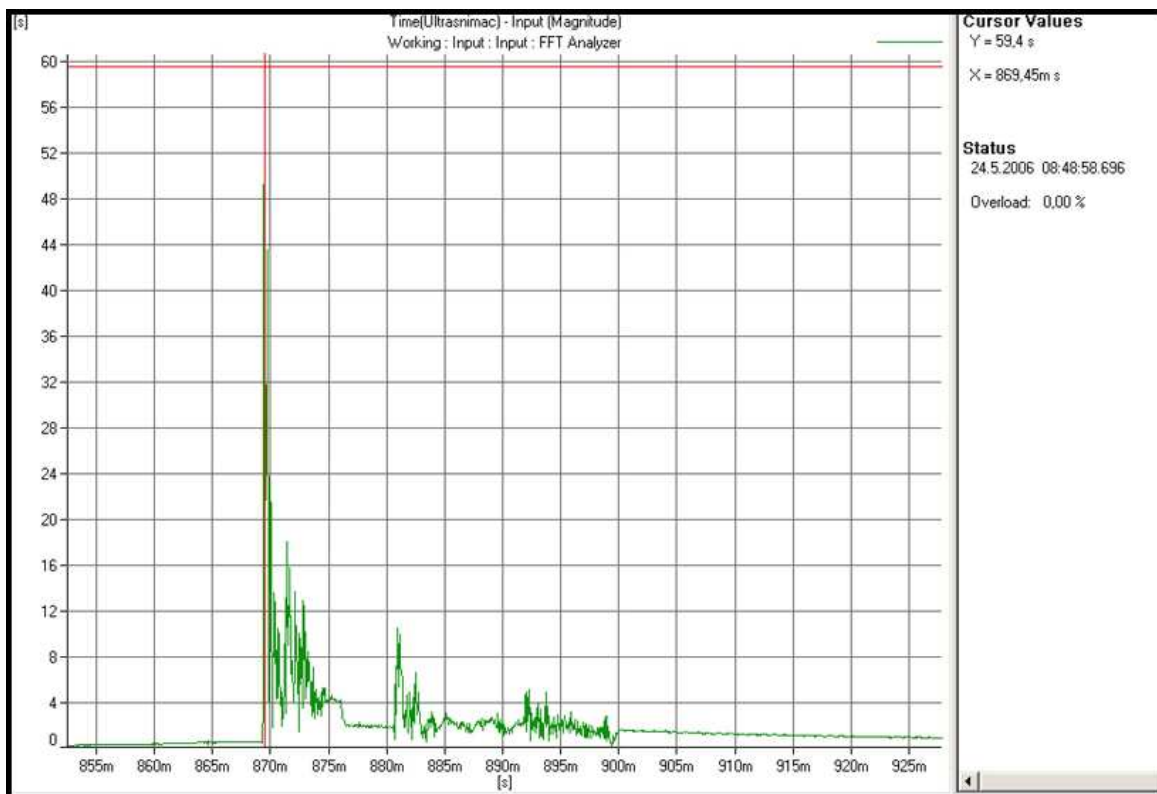
Sklon stahovače 50°:



Obr. 49: Otáčky válce 87 ot/min

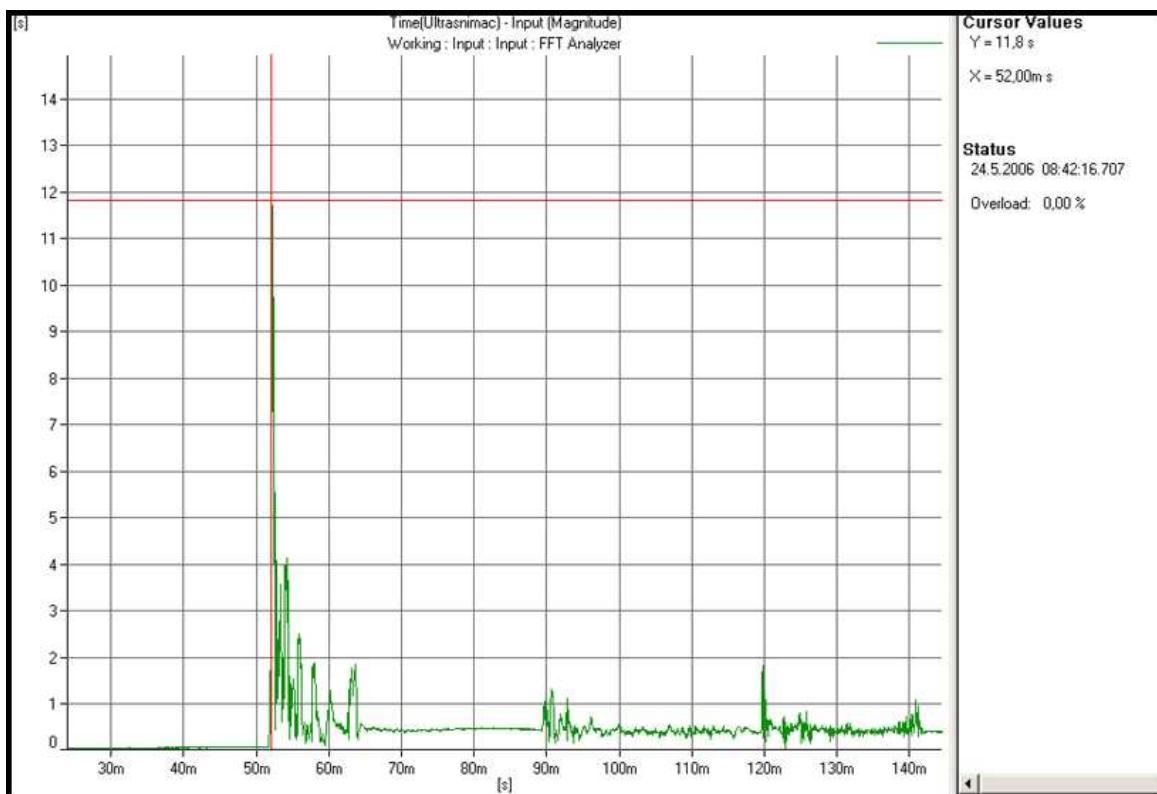


Obr. 50: Otáčky válce 173 ot/min



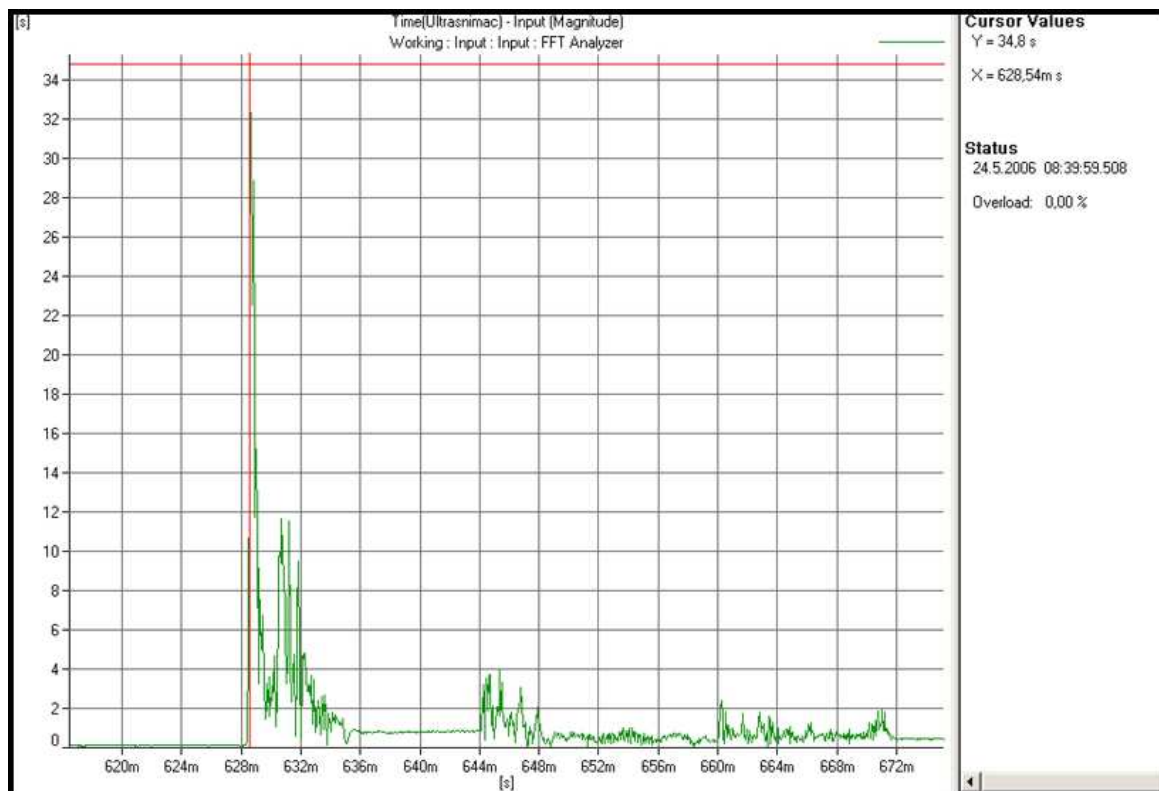
Obr. 51: Otáčky válce 261 ot/min

Sklon stahovače 55°:

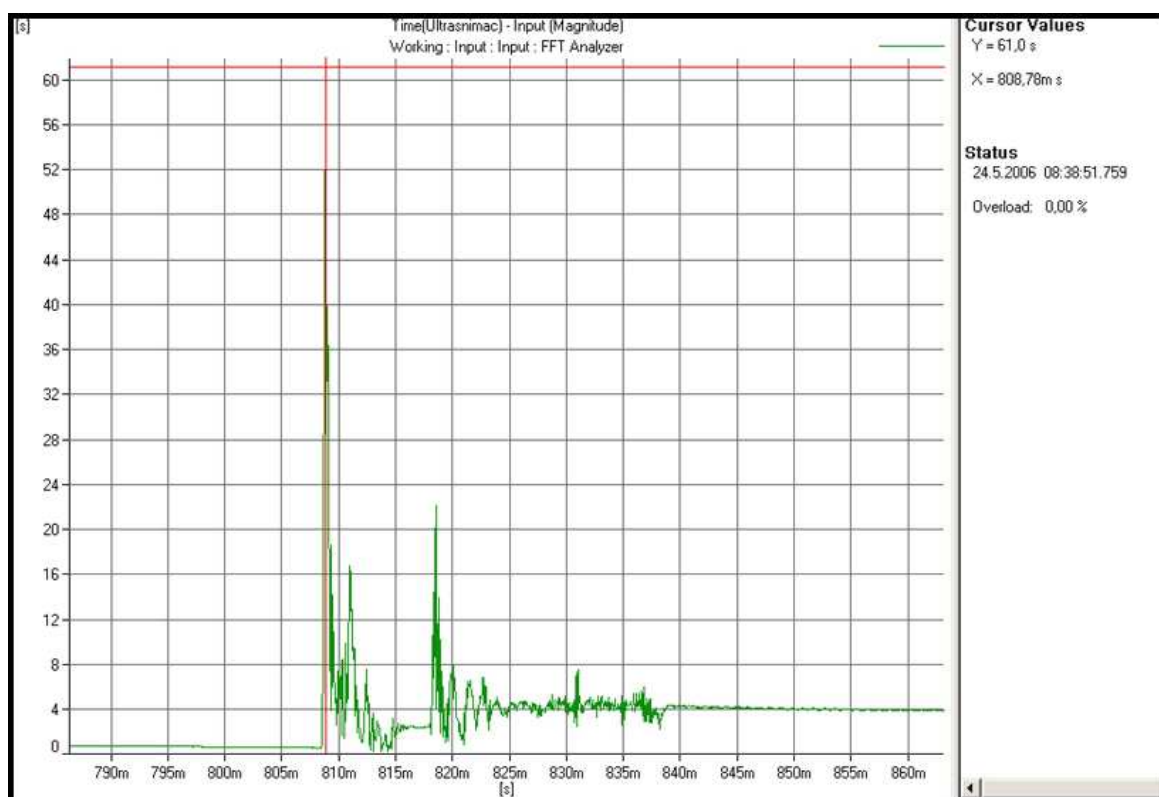


Obr. 52: Otáčky válce 87 ot/min





Obr. 53: Otáčky válce 173 ot/min



Obr. 54: Otáčky válce 261 ot/min